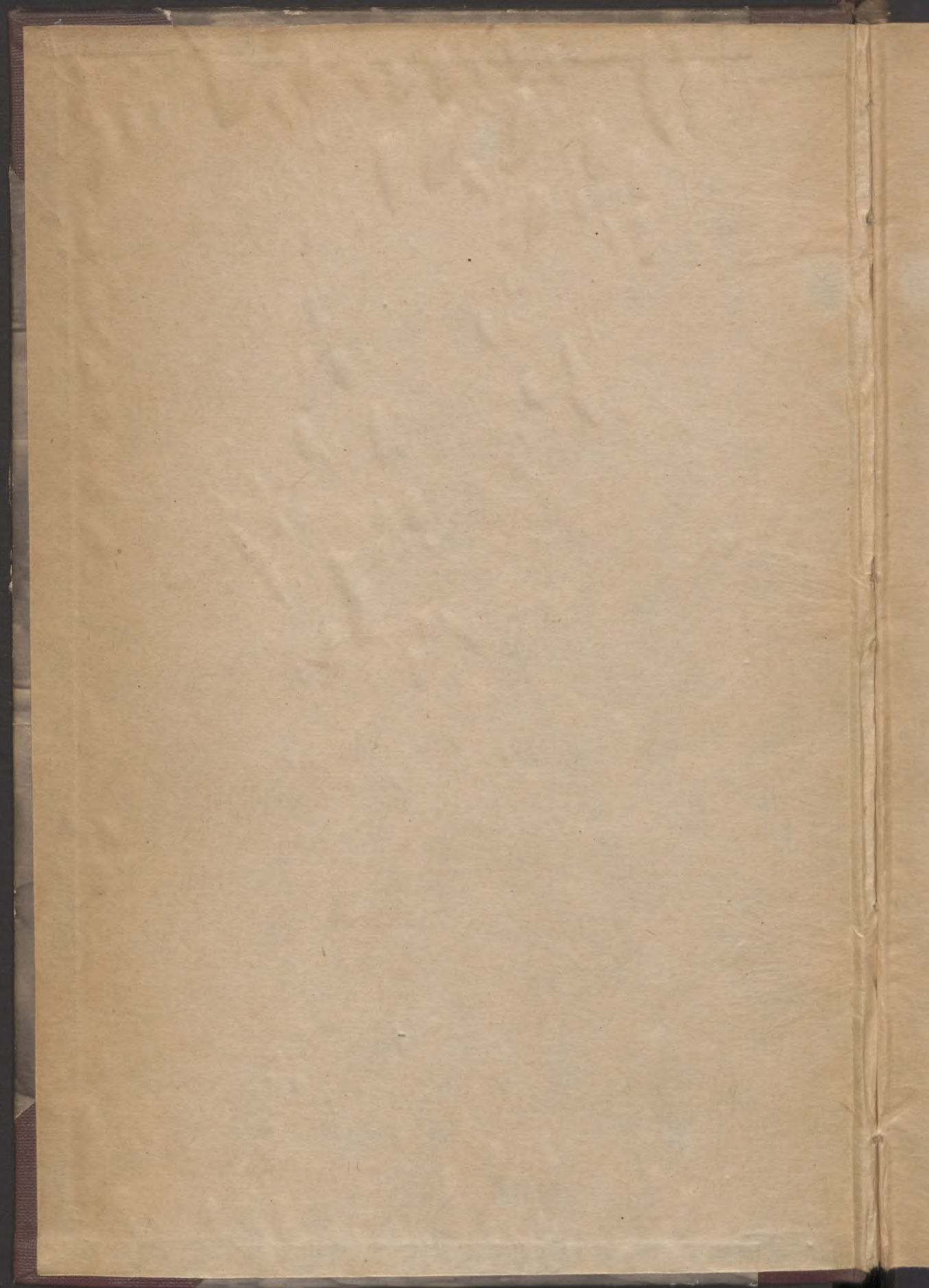
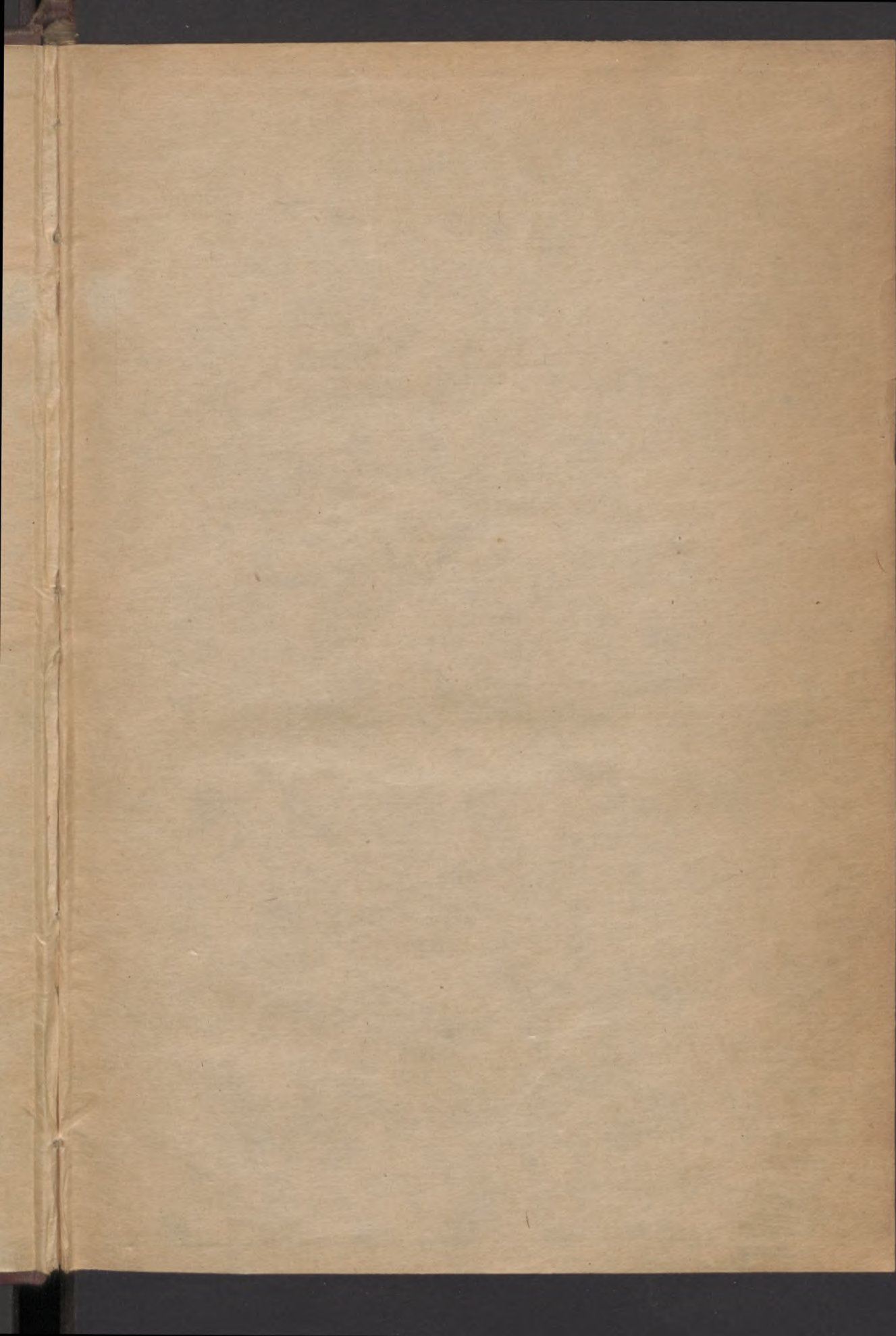
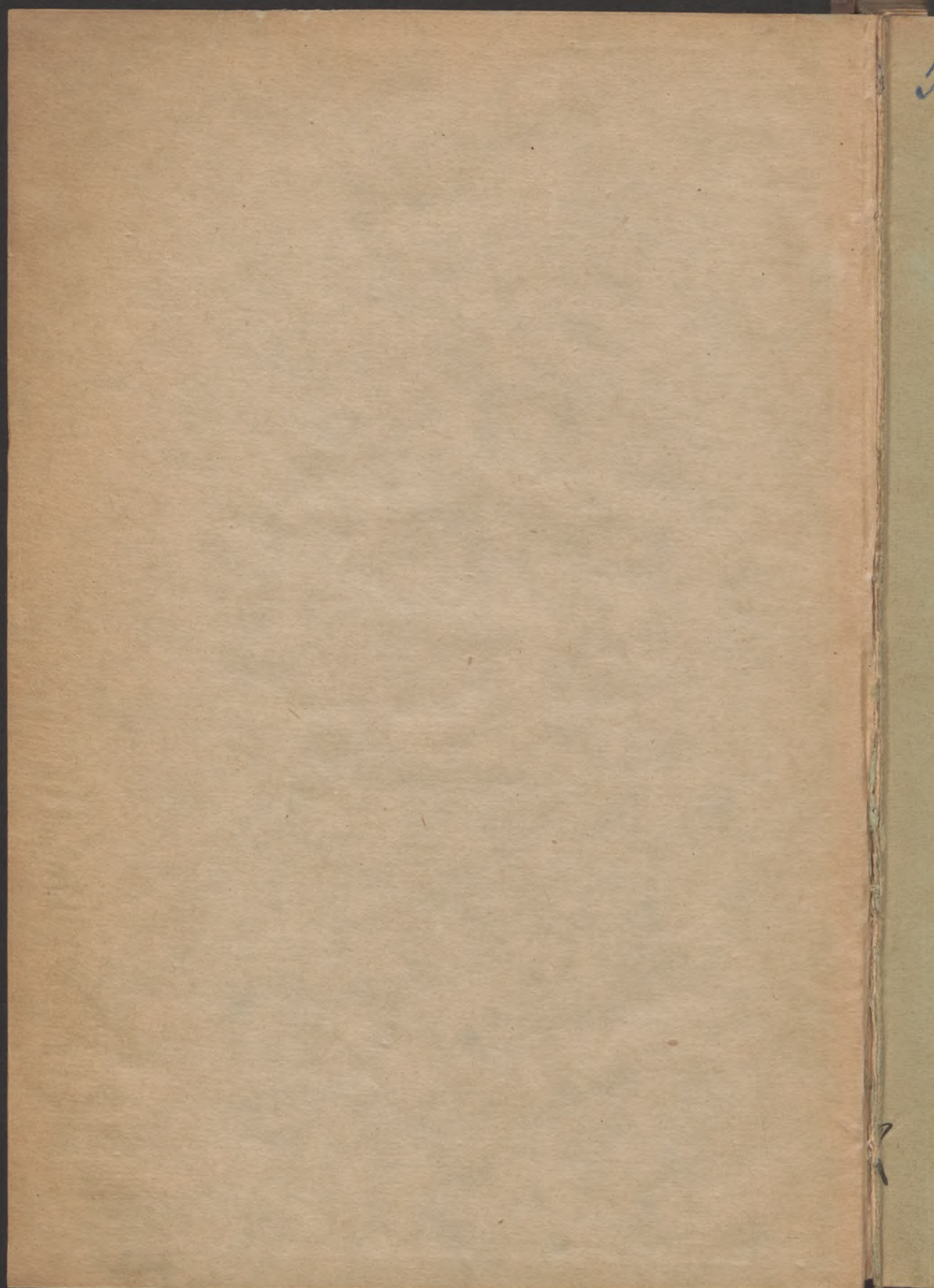


622623

IZIA
EI







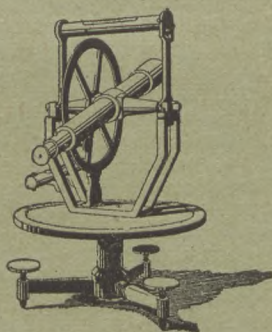
5

A GEODÉZIA ELEMEI

A GÉPÉSZMÉRNÖK ÉS ÉPÍTÉSZ HALLGATÓK-
NAK TARTOTT MŰEGYETEMI ELŐADÁSAIM
VEZÉRFONALA.

IRTA:
OLTAY KÁROLY
MŰEGYETEMI NYILV. R. TANÁR.

(255 ÁBRÁVAL.)



BUDAPEST, 1921.
NÉMETH JÓZSEF TECHNIKAI KÖNYVKIADÓVÁLLALATA.
I., FEHÉRVÁRI-ÚT 15.

NÉMETH JÓZSEF technikai könyvkereskedő és könyvkiadó
kiadásában megjelent (s részben sajtó alatt lévő) művek:

- Abonyi József** okl. mérnök. Logaríthmusok, antilogaríthmusok és egyéb matematikai táblázatok.
- Balogh József** okl. gépészmérnök. Villamos csengetyűk és házitelefonok.
- Bánki Dónát** műgyet. nyilv. r. tanár: Energiaátalakulások folyadékokban il. rész. Hydrogépek, kompresszorok, gőzturbinák gépszerkezetana.
- Bresztovszky Béla dr.** műgyet. nyilv. r. tanár: Vasszerkezetek.
- — Statika és Szilárdságtan. (Mechanika. I.)
- — Dynamika. (Mechanika. II.)
- — Ipari kísérleti intézetek.
- Czakó Adolf** műgyet. nyilv. r. tanár: Téglafalazatok szilárdsága.
- Enyedi Béla dr.** okl. mérnök: Többnyílású általános vonalozású merev keretrendszerek grafikus szilárdsági vizsgálata.
- — Vierendel-tartók szilárdsági vizsgálata.
- Feyér Gyula** okl. gépészmérnök. Központi fűtőberendezések öntöttvas kazánszerkezetek.
- Gróh Gyula dr.** áll. főisk. tanár: Általános chemia. 2. kiadás.
- — Organikus chemia. 2. kiadás.
- — Anorganikus chemia.
- Herrmann Miksa** műgyet. nyilv. r. tanár: Gépelemek. 3. kiadás.
- Kerékgyártó György dr.,** A csigamaró munkaviszonyai homlokkerek generatív marásánál.
- — Táblázatok az áruismereti mechanikai technológiához.
- Király Kálmán** városi főmérnök: Városi utak építése, tervezése és fenntartása.
- Kossalka János dr.** műgyetemi nyilv. r. tanár: Tartók statikája.
- Kotsis Iván dr.** műgy. m. tanár: Az olasz renaissance építőművészet alaktana.
- — Az olasz renaissance építőművészet formaképzése, homlokzati és téralakítása.
- — Családi lakóházak (Familienhäuser).
- — Különféle rendeltetésű és helyszínrajzú épületek alaprajzi megoldása.
- — Tanulmányút Olaszországban.
- — Tervezetek a Kir. József Műgyetem építési osztályának önálló épületére.
- Lechner Jenő dr.** műgyetemi m. tanár: Az ókori építés története.
- — Buda és Pest fejlődéstörténete.
- — Renaissance építési emlékek Szamosújvárott.
- — Tanulmányok a lengyel- és felsőmagyarországi renaissance építésről.
- — A pártázatos renaissance építés Magyarország határai körül.
- Mihailich Győző dr.** műgyet. nyilv. r. tanár: Vasbetonszerkezetek.
- Oltay Károly** műgyet. nyilv. r. tanár: Geodézia I. kötet. A mérés, a számítás és a térképrajzolás alapelvei és fontosabb segédeszközei.
- — Geodézia II. kötet. A vízszintes mérés alpművelei és műszerei.
- — Geodézia III. kötet. A vízszintes mérés módszerei.
- — Geodézia IV. kötet. A magasságmérés műszerei és módszerei.
- — Geodézia elemei.
- — A szabatos prizmas tahiméter.
- — Barométeres magasságmérés.
- — A nehézséggyorsulás budapesti értékének meghatározása.
- Pattantyus A. Géza dr.** műgyet. adjunktus: Emelőgépek.
- — Villamos daruk tervezése.
- Pogány Béla dr.,** egyet. nyilv. r. tanár: Bevezetés a fizikai optikába.
- Rejtő Sándor** műgyet. nyilv. r. tanár: Az elméleti mechanikai technológia alapelvei és a fémek technológiája. I. kötet. A belső erők hatása a szilárd anyagok mechanikai tulajdonságaira. 2. kiadás.
- — Az elméleti mechanikai technológia alapelvei és a fémek technológiája. II. kötet. A külső erők hatása a szilárd anyagok mechanikai tulajdonságaira. 2. kiadás.
- — Az elméleti mechanikai technológia alapelveinek alkalmazása a faiparra. III. kötet. Faipar, papirgyártás.
- Sándy Gyula** műgyet. nyilv. r. tanár: Újabb és különleges épületszerkezetek.
- — épületek költségvetése és leszámolása. 2. bővített kiadás.
- — Építési enciklopédia. 2. javított kiadás.

(Folytatása a III. oldalon.)

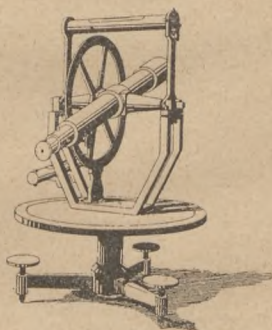
A GEODÉZIA ELEMEI

A GÉPÉSZMÉRNÖK ÉS ÉPÍTÉSZ HALLGATÓK-
NAK TARTOTT MŰEGYETEMI ELOADÁSAIM
VEZÉRFONALA.

IRTA:
OLTAY KÁROLY

MŰEGYETEMI NY. R. TANÁR.

(255 ÁBRÁVAL.)



BUDAPEST, 1921.
NÉMETH JÓZSEF TECHNIKAI KÖNYVKIADÓVÁLLALATA.
I., FEHÉRVÁRI-ÚT 15.

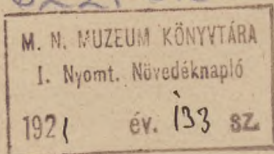
~~Phys.~~
1364 ~~fb~~



*A szerző minden jogot fenn-
tart magának, a fordítás
jogát is.*



622.623



ELŐSZÓ.

E munka sürgős megírására és kiadására *elsősorban* az a körülmény készítetett, hogy a kir. József műegyetemen tartott *katonai* pótféléveken a *Geodézia Elemei* című tárgynak hallgatása a gépészmérnöki osztály hallgatói számára nem volt kötelező, de azért a tanulmányi szabályzat értelmében abból előmenetelt tartoztak felmutatni. Mivel ezt a kedvezményt sokan igénybevették, mert hiszen ezáltal alapvető szaktárgyaikkal a rendelkezésre álló csekély idő alatt behatóbban foglalkozhattak, továbbá mivel e tárgyat az ellenőrzés nélkül készült, silány jegyzetekből sikerrel nem sajátíthatták el, határoztam el magam e munka megírására.

Valamint az e tárgyból tartott előadásaim, úgy e könyv is *főleg* az *építész* és a *gépészmérnöki* gyakorlat szükségletének megfelelő keretekben és terjedelemben ismerteti a *geodézia* fontosabb módszereit és műszereit. Céлом az, hogy az olvasó tiszta képet kapjon a *geodézia* alapelveiről s emellett az olvasottak alapján képes legyen a *geodézia* fontosabb *műszereinek* kezelésére és használatára, továbbá *kisebb felvételek* szabatos elvégzésére. Ezért tőlem telhetőleg igyekeztem lehetőleg *elemi* módon, de nem kompendiumszerűen tárgyalni a fontosabb mérőeljárásokat és azok műszereit. A tárgyalás tehát *általános*, de azért ama fejezetekben, melyek az *építész*i, vagy a *gépészmérnöki* gyakorlat szempontjából különösen fontosak, a részletekre is kiterjeszkedtem. A tanulás megkönnyítésére úgyszólván *főlösen* használtam *ábrákat*, továbbá sematizált és részletes *műszerrajzokat*.

A munka sajtó alá rendezésében, nevezetesen az ábrák készítésében, a szedésívek olvasásában és javításában *Trájer István* okl. mérnök, műegyetemi meghívott előadó és adjunktus úr, továbbá *Vogl Adolf* okl. mérnök, műegyetemi tanársegéd úr segédkezett. Ugyancsak *Vogl* úr állította össze a név- és tárgymutatót is. Lelkiismeretesen végzett fáradságos munkájukért fogadják e helyről is hálás köszönetem nyilvánítását.

A munka külső kiállítása *Németh József* könyvkiadó úr áldozatkészségét dicséri, aki a nehéz gazdasági viszonyok mellett is elsőrendűt kívánt produkálni. E fáradozásában kiváló segítőtársakat talált az „*Élet*” irodalmi és nyomdavállalat vezetőségében s szakavatott és valóban elsőrendű személyzetében.

Budapest, 1921. április.

Oltay Károly.

Értelemzavaró sajtóhibák jegyzéke.

- Az 5. oldalon felülről a 19. sorban „szögmérés” helyett „tömegmérés” irandó.
- A 11. „ az alsó ábra előtt kimaradt a „2.”.
- A 15. „ felülről a 11. sorban az egyik „állandó” törlendő.
- A 25. „ a 21. ábra meg van fordítva.
- A 28. „ felülről a 2. sorban „nagyított” helyett „kicsinyített” irandó.
- A 37. „ a 14. „ „ $(n-1)$ ” „ „ $(n+1)$ ” „
- A 111. „ a 4. „ „ $x_0 = \xi_0$ ” irandó.
- A 111. „ a 10. „ „ $x_n = \xi_0$ ” „
- A 158. „ alulról a 2. „ a „függőleges” szó törlendő.
- A 175. „ a 10. „ képet helyett képlet irandó.

I. RÉSZ.

Alapfogalmak. Mértékek és mértékegységek.

I. FEJEZET.

Alapfogalmak.

1. §. A geodézia feladata és felosztása.

A geodézia a földi pontok helymeghatározására szolgáló módszereket s az azokban használatos műszereket ismerteti.

A meghatározandó földi pontok rendszeren valamely a térszínen kijelölt idomnak (teleknek, parcellának, építménynek stb.) olyan pontjai, melyek az idom alakjára jellemzők.

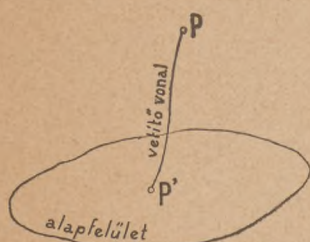
A helymeghatározás lehet *abszolút* és lehet *relatív*. *Abszolút* akkor, ha a mérés szolgáltatja adatok a pontokat a föld tengelyeihez képest határozzák meg, *relatív* akkor, ha a mérés valamely összefüggő pontcsoport pontjait egymáshoz viszonyítva határozza meg. A kisebb terjedelmű, ú. n. *alsó geodéziai* mérésekben a relatív meghatározás teljesen elegendő, azért a következőkben csupán ilyenekről lesz szó. Az abszolút meghatározást csak az egész nagy területekre vonatkozó *felső geodéziai* mérésekben alkalmazzák.

Maga a *geodézia* szó *földosztást* jelent, vagyis a tudomány tartalmát nem fejezi ki. A helyes neve *geometria* s régebben így is nevezték. Magyarul azelőtt *gyakorlati mértannak* nevezték, de szabatosan *földméréstan* a neve.

2. §. A helymeghatározás alapelve.

Ha megadott pontokat egymáshoz képest kell meghatározni, úgy a következő eljárást követhetjük. Felveszünk valamely (elvileg tetszőleges) felületet *alappelületül* s valamely (elvileg ugyancsak tetszőleges) vonalat *vetítő vonalul*. A meghatározandó *P* pontot a vetítő vonallal

levetítjük az alapfelületre s meghatározzuk 1. a vetületi pont (P') helyét az alapfelületen, 2. a vetületi pontnak az eredeti ponttól a vetítő vonalon mért távolságát (1. ábra).



1. ábra. A helymeghatározás alapelve.

Természetesen mindazon pontokra nézve, amelyek egymáshoz viszonyítva, azaz összefüggően határozandók meg, ugyanazon alapfelület és ugyanazon vetítő vonal használandó.

3. §. Függővonal és niveau-felület.

A geodéziában az alapfelületet és a vetítő vonalat nem választjuk tetszőlegesen, hanem ilyenekül olyan felületet, illetve vonalat választunk, melyet a természet maga jelöl ki s amelyet egyszerű műszerekkel bárhol és bármikor könnyen előállíthatunk.

A geodéziában vetítő vonalul a függővonalat, alapfelületül pedig a szint-, vagy niveau-felületet választjuk.

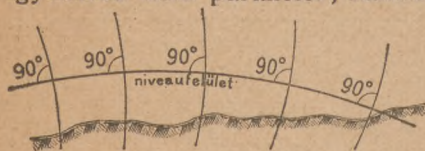
A függővonal nem más, mint a szabadon lógó, hajlékony, súlyos szál egyensúlyi alakja, ha arra csak a nehézségi erő hat. Ha tehát valamely egyik pontjában felfüggesztett, tehát szabadon lógó, hosszú zsinórra nehezéket akasztunk, úgy az, ha nyugalomban van és csak a nehézségi erő hatása alatt áll, kijelöli a függővonal egy szakaszát.

A függővonal a nehézségi erő iránybeli és nagyságbeli változásai miatt voltaképen térbeli görbe, ámde rövidebb szakasza mindig pótolható érintőjével, az ú. n. függőleges (vertikális) egyenessel.

A függőleges egyenes bárhol előállítható a függővel (2. ábra), vagyis a nehezékekkel megterhelt szabadon lógó zsinórral.

Niveau-felületnek ama felületet nevezzük, mely minden pontjában merőleges a pontra ható nehézségi erőre, vagyis a pontbeli függőleges egyenesre (3. ábra). A niveau-felület tehát azonos a nyugalomban levő folyadék felszínével.

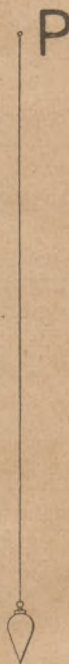
Niveau-felület végtelen sok van, de a geodéziai mérésekben csak azok jöhetnek szóba, melyek a földfelület közelében vannak. Ezek a niveau-felületek teljes kiterjedésükben mindig zárt felületek, szinguláris pontjaik (éleik, csúcsaik) nincsenek, egymással nem paralelek, hanem a sarkok felé összehajlanak,



3. ábra. A niveau-felület.

az aequator felé pedig divergálnak. A paralelségtől való eltérés azonban nem nagy, mert két olyan niveau-felület melyek az aequatoron 100 m távolságúak, a sarkoknál 99,5 m-re vannak egymástól.

A niveau-felület érintő síkját vízszintes (horizontális) síknak nevezzük (4. ábra).



2. ábra. A függő.

A niveau-felület kis darabja a nyugalomban levő folyadék felszínével állítható elő. Külön műszer is szolgál erre a célra, t. i. a *libella*.

A végtelen sok niveau-felület közül elvileg bármelyiket választhatjuk alapfelületül, gyakorlatilag azt szokták választani, amelyik a középtengerszín magasságának felel meg. Például nálunk az *Adriának* Triesztben megfigyelt középvízszíne-nek megfelelő niveau-felületet használják alapfelületül.

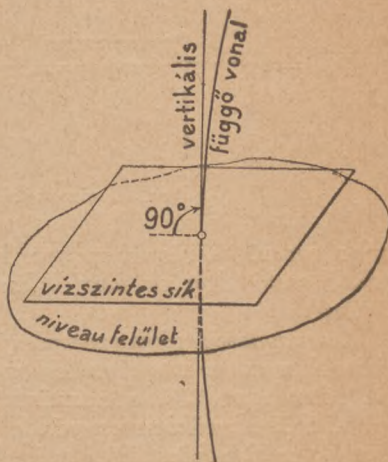
4. §. A geodéziai mérések felosztása. Közelítések.

A geodéziában tehát a földi pontok helymeghatározása a következőképen történik.

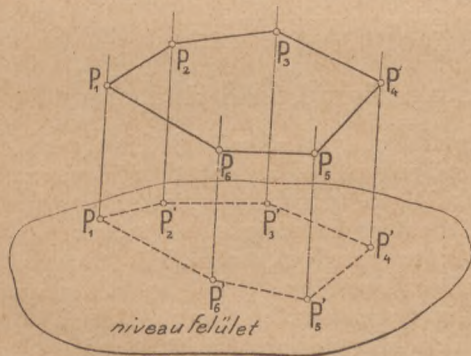
A meghatározandó pontokat a függőleges egyenessel levetítjük az alapul választott niveau-felületre (5. ábra), s meghatározzuk először a vetületi pontok helyét a niveau-felületen, másodszor a vetületi pontok távolságát az eredeti pontoktól.

Mindazon mérések összességét, melyeknek feladata a vetületi pontok helyének az alap-niveau-felületen való meghatározása, nevezzük vízszintes, vagy horizontális mérésnek.

Mindazon mérések összességét pedig, melyeknek célja az eredeti pontoknak a vetületi pontoktól való távolságának (magasságának) meghatározása, nevezzük függőleges, vagy vertikális, vagy magasságmérésnek.



4. ábra. A vízszintes sík.



5. ábra. A geodéziai helymeghatározás alapelve.

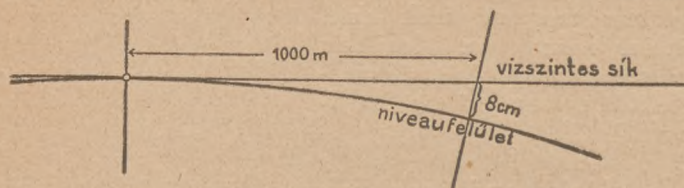
hosszú, de keskeny sávok felvétele végzendő; a függőleges vonalakat az esetben egymással parallel egyeneseknek vesszük,

2. gömbnek vehető, ha felveendő terület 500 km^2 -nél kisebb; ez esetben a függőleges vonalakat a gömb normálisainak tekintjük,

3. forgási ellipszoidnak vehető tetszőleges nagyságú területek

(országok, kontinensek, az egész földfelület) felvételekor, vagyis a vízszintes mérés szempontjából a niveau-felület mindig forgási ellipszoiddal pótolható.

A magasságmérés szempontjából a niveau-felületet síknak még az



6. ábra. A niveau-felület és az érintő sík eltérése.

alsóbb rendű mérésekben sem lehet venni, mert a niveau-felületnek a siktól való eltérése már 1 km távolságban mintegy 8 cm-t tesz ki (6. ábra).

A magasságmérés szempontjából a kisebb terjedelmű (alsó geodéziai) mérésekben az a megközelítés engedhető meg, hogy a niveau-felületek nem párhuzamosok eltekintünk.

A következőkben csupán a kisebb terjedelmű méréseket fogjuk tárgyalni s ezért a vízszintes mérésben a niveau-felületet síknak, a függőleges vonalakat egymással párhuzamos és a síkra merőleges egyeneseknek fogjuk tekinteni; a magasságmérésekben pedig a niveau-felületeket párhuzamosoknak fogjuk venni.

II. FEJEZET.

Mértékek és mértékegységek.

5. §. A hosszról és a szögmérésről általában.

Amint látni fogjuk, a helymeghatározás mérő műveleteit végeredményben mindig hosszúságok és szögek mérésére vezethetjük vissza.

A helymeghatározásban hosszúságra vagy a vízszintes, vagy a magassági helyzet meghatározásában van szükség s ezért csak vízszintes, illetve csak függőleges hosszak (magasságok) méréséről lehet szó.

Hangsúlyozom, hogy a vízszintes mérésben két pont távolsága alatt nem a két pont légvonalbeli, vagy a térszínen mért távolságát, hanem a megfelelő, vízszintes vetületi pontok távolságát, tehát vízszintesen mért távolságát kell érteni. Ugyanígy a pontok összekötése által nyert idom területe alatt is mindig a vízszintes vetület értendő. Ha tehát telek, vagy birtokrészlet (parcella) felvétel a célunk, akkor a kimutatandó terület nem a valóságos, a térszínen mért terület, hanem annak vetülete a vízszintes síkra. A telekkönyvben szereplő területadatok mind a vízszintes vetületre vonatkoznak. A térszínen mért területek megmérése nagy mérő munkát kívánna, de erre szükség

nincs is, mert a föld termőképesége, a teleknek beépítésre való kihasználása a vízszintes vetület nagyságától függ.

A mérendő szögek síkjai sem tetszőlegesek. A geodéziában csupán *vízszintes*, illetve *magassági szögek* mérendők, azaz olyanok, melyeknek síkja vízszintes, illetve függőleges. Az előbbieket a vízszintes, az utóbbiak a magasságmérésekben szerepelnek.

6. §. A mérés alapelve. Etalonok.

A mérés mindig abból áll, hogy a megmérendő mennyiséget valamely alapul választott mennyiséggel összehasonlítva, megállapítjuk a kettő viszonyszámát s ez lesz a megmért mennyiség mérőszáma. Az alapul választott mennyiséget nevezzük *mértékegységnek*. Tekintettel a mérés relatív voltára, a mértékegység a mérésben alapvető fontosságú, tehát nagy gond fordítandó megőrzésére.

A mértékegységek lehetnek *természetes* és lehetnek *mesterséges* megjelölésűek. Az utóbbiakat az illető mértékegység *etalonjainak*, vagy *prototypusainak* nevezzük.

Természetes megjelölésű például az idő-mérés mértékegysége, az ú. n. csillag-nap, mely alatt a föld egy teljes körülfordulásának idejét értjük. Mesterséges megjelölésű például a hossz mérés és a szögmérés mértékegysége, t. i. a méter és a kilogramm.

A mérés természetesen nem történik az etalonokkal magukkal, hanem az azokról készült és az eredetivel gondosan összehasonlított (komparált) másolatokkal.

7. §. A mértékekről és mértékegységekről szóló magyar törvény.

Hazánkban az 1907. évi V. törvénycikk rendeli el a hossz mérésben a méter és a tömeg mérésben a kilogramm kötelező használatát. E törvénycikk megállapítja a hosszúság, a terület, a térfogat és tömeg használható mértékegységeit s azoknak jelzési módját is. Fontosabb paragrafusai a következők:

2. §. A törvényes hosszúság-mértékegység a méter.

A méter az 1889-ik évi párisi első általános mértékügyi értekezlet által nemzetközi méter alpmértéknek elismert és a nemzetközi mérték hivatalban *Sèvresben* őrzött iridium platina rúdon a méter jelzésére szolgáló két vonásnak az olvadó tiszta jég hőmérsékleténél közepesen mért távolsága.

A magyar szent korona országaiban a hosszúságmértékek meghatározására amaz iridium-platina rúd szolgál, amelyet az említett mértékügyi értekezlet, mint a nemzetközi méternek 14. számú mását, sorsolás útján a hosszúság országos alpmértékéül *Magyarországnak* juttatott.

Ez országos alpmértéknek, nemzetközi mértékben kifejezett hosszúsága és használatának módja az alpmértékhez mellékelt és azzal együtt őrzött okiratban van meghatározva.

A törvényes hosszúságmértékek a következők:

a méter, mint a hosszúság mértékegysége m jelzéssel,				
a méter	10-ed része	„deciméter“	elnevezéssel	dm jelzéssel,
„	100-ad	„centiméter“	„	cm „
„	1000-ed	„milliméter“	„	mm „
„	1000000-od	„mikron“	„	μ „
„	10-szerese	„dekaméter“	„	dkm „
„	100-szorosa	„hektométer“	„	hm „
„	1000-szerese	„kilométer“	„	km „
„	10000-szerese	„miriaméter“	„	mm „

3. §. A törvényes területmértékek általánosságban a hosszúság-mértékekből alkotott négyzetek. Egységük a *négyzetméter*, m^2 jelzéssel.

Különös elnevezéssel, illetve jelzéssel a következő, a földterület kifejezésére szolgáló területmértékek használhatók:

100 m^2	„ár“	elnevezéssel	a jelzéssel,
10.000 m^2	„hektár“	„	ha „

8. §. Régebbi hossz- és területmértékek.

A mértékekről szóló törvényjavaslat a méterrendszert nálunk voltaképpen csak fakultatív vezeti be, mert 13. §-a a földterületek kifejezésére a régi örendszerekből származó mértékek használatát megengedi s ezért a kataszteri és telekkönyvi mérésekben nálunk még mindig a bécsi örendszerekből származó *négyszögöl*, illetve sokszorosai: a *holdak* szerepelnek, mint területegységek.

A *bécsi örendszere* egysége a *bécsi öl*; továbbosztása nem a tizedes, hanem a hatos rendszer szerint történik. Az öl hatodrészt lábnak nevezzük:

$$1 \text{ öl} = 6 \text{ láb.}$$

A lábat 12 hüvelykre, a hüvelyket 12 vonalra osztjuk, azaz

$$1 \text{ láb} = 12 \text{ hüvelyk,}$$

$$1 \text{ hüvelyk} = 12 \text{ vonal.}$$

Az öl, a láb, a hüvelyk és a vonal jelzésére a hatvanas fokrendszer jelöléséhez hasonló $^{\circ}$, $'$, $''$, $'''$ jeleket használunk, azaz valamely hosszát így írunk fel

$$328^{\circ} 5' 9'' 11,43'''$$

A bécsi ölnek méterekben kifejezett értékét *Struve* határozta meg 1850-ben *Pulkovában* s az általa talált értéket használják az átszámításokban hivatalosan is. *Struve* szerint

$$1 \text{ bécsi öl} = 1,896\,483\,840 \text{ méter}^1$$

¹ Az 1907. évi V. t.-c. szerint hivatalosan a közhasználat céljaira
1 bécsi öl = 1,896 48 m
érték használendő.

aminek logarithusa:

$$0,277\ 9491\ 463.$$

Ez értékből következik, hogy viszont

$$1\ \text{méter} = 0,527, 291\ 601\ \text{bécsi öl};$$

ennek logarithmusa:

$$9, 722\ 0508\ 537 - 10$$

Az öl alsóbb beosztásai a méterrendszerben a következők:¹

$$1\ \text{bécsi láb} = 0,316\ 08\ m$$

$$1\ \text{bécsi hüvelyk} = 0,026\ 34\ m$$

$$1\ \text{bécsi vonal} = 0,002\ 192\ m$$

A területmértékekre nézve az örendszerben az alapegység a négyszögöl:

$$1\ \text{négyszögöl} = 3,596\ 6\ m^2$$

$$1\ \text{négyszögméter} = 0,278\ 04\ \text{öl}^2$$

A nagyobb területek jellemzésére használják a kataszteri holdat (1600 öl²), a magyar holdat (1200 öl²) és a kis holdat (1000 öl²).

$$1\ \text{kataszteri hold} = 0,5755\ \text{hektár}$$

$$1\ \text{hektár} = 1,738\ \text{kat. hold}$$

$$1\ \text{magyar hold (1200)} = 0,4316\ \text{hektár}$$

$$1\ \text{hektár} = 2,317\ \text{magyar hold}$$

9. §. A szögmérés mértékegységei.

1. Analitikus rendszer és fokrendszer.

A szögeket vagy analitikus mérőszámukkal, vagy fokrendszerű mérőszámukkal adhatjuk meg.

A szög analitikus (abszolút, vagy ívmértékben kifejezett) mérőszáma alatt a szöghöz tartozó ív hosszának (s-nek) a sugárhoz (r) való viszonyát értjük, azaz

$$\varphi = \frac{s}{r}$$

Az analitikus rendszerben, vagyis az analitikus mérőszám használatakor a szögegység (az ú. n. radiáns) ama szög, melyre nézve az ívhossz egyenlő a sugárral:

$$\varphi = 1, \text{ ha } s = r$$

Az analitikus rendszert a matematikában alkalmazzuk, a gyakorlati alkalmazásokban kizárólag a fokrendszer használatos.

¹ Az alább következő adatok az 1907. évi V. t.-c. hivatalos adatai,

Fokrendszer kettő van t. i.:

1. a *hatvanas*, vagy *sexagezimális* rendszer,

2. a *száz*as, vagy *centezimális* rendszer.

A hatvanas fokrendszer még a régi hatos számrendszer maradványa. Egysége a teljes körülforgásnak megfelelő *teljesszög* $6 \times 60 = 360$ -ad része, amit *sexagezimális* (*hatvanas*) *foknak* nevezünk. További egységek a fok 60 -ad része *perc* elnevezéssel s a perc 60 -ad része *másodperc* elnevezéssel. A megfelelő jelzésekkel:

$$1^\circ = 60'$$

és

$$1' = 60''$$

A másodpercnél kisebb szögmennyiséget a másodperc tizedes rendszerű tovább osztásával fejezzük ki.

A kis szögeket másodpercben, a nagyobb szögeket vegyesen (fok, perc és másodpercben szokás felírni). Például:

$$42^\circ \ 6' \ 28,46''$$

A *száz*as fokrendszerben egység a teljes szög $4 \times 100 = 400$ -ad része, amit *száz*as, vagy *centezimális* *foknak* szokás nevezni. Jele a kitevőben írt *g* betű (a „gradus“ kezdőbetűje). A fok 100 -ad részét *centezimális* *percn*ek, a perc 100 -ad részét *centezimális* *másodpercn*ek nevezzük.

A két rendszer közül a százas rendszer a modernebb s előnye, hogy a tizedes rendszeren alapul. A latin államok (Franciaország, Olaszország) teljesen elfogadták, de nálunk még nem tudott tért hódítani. Ami műszereinket, éppen úgy, mint a német és az angol műszereket a hatvanas rendszer szerint osztott körökkel szerelik fel s ezért a következőkben — ha csak külön ki nem emeljük — mindig felteszem, hogy a szögek a hatvanas fokrendszerben értendők.

2. Átszámítás hatvanas fokrendszerből analitikus rendszerbe és viszont.

Legyen valamely szög analitikus mérőszáma x , a hatvanas fokokban, illetve percekben, illetve másodpercekben kifejezett mérőszáma pedig x° , illetve x' , illetve x'' .

Az analitikus mérőszámról a fokrendszerű mérőszámra áttérendő ismerni kell az analitikus szögegységnek (a radiánsnak) fokokban, illetve percekben, illetve másodpercekben kifejezett mérőszámát.

Legyenek az utóbbiak

$$q^\circ, q' \text{ és } q''$$

Világos, hogy

$$q^\circ : 180^\circ = 1 : \pi$$

továbbá

$$q' : 180 \times 60' = 1 : \pi$$

és

$$q'' : 180 \times 60 \times 60'' = 1 : \pi$$

II. RÉSZ.

A geodéziai műszerek fontosabb közös alkotórészei.

I. FEJEZET.

A libella.

10. §. A libellák osztályozása.

A libella tengelyek (egyenesek) függőlegessé, illetve vízszintessé tételére, továbbá a vízszintes és a függőleges iránytól való kis szögeltérések megmérésére szolgál.

Tengely alatt valami hengeres, vagy prizmatikus test mértani tengelyét, egyenes alatt hengerek, hasábok, épületek éleit, síkok alkotóit értjük.

A libella főrésze olyan zárt üvegedény, melynek belső felső felülete vagy gömbfelület (*szelencés libella*), vagy olyan forgásfelület, melynek minden hosszanti (meridián) metszete lapos körív (*csöves libella*). Az edényt elzárás előtt alkohollal, vagy éterrel töltik meg, de nem teljesen, hanem csak annyira, hogy a folyadék felett levegővel és folyadékgőzökkel teli kis tér marad, ez az ú. n. *buborék*.

Az üvegedény *alakja* szerint megkülönböztetünk:

1. *csöves libellát*, 2. *szelencés libellát*.

A csöves libella a geodéziai gyakorlatban inkább szerepel, mert érzékenyebbre készíthető, mint a szelencés libella.

11. §. Csöves libellák.

1. A csöves libella szerkezete. Igazító csavarok.

A csöves libella főrésze a 20—200 mm hosszú és belül 8—20 mm átmérőjű üvegcső, melynek belső felületét vagy csak felül, vagy egészen köröskörül úgy csiszolják, hogy a csiszolt felület minden hosszanti (a cső tengelyén áthaladó) síkkal való metszése lapos (10 m—150 m sugarú) körív legyen. A libella cső hosszanti és keresztmetszetét az

1. ábra mutatja. A csiszolás után a cső két végét forrasztó lángon kihúzzák s az egyik végén rögtön beforrasztják, a másikat pedig hajszálcsővé húzzák ki s ezen át megtöltik vízmentes alkohollal, vagy éterrel úgy, hogy a folyadék felett folyadékgőzzel és levegővel teli tér — a *buborék* — maradjon. A buborék hossza a csiszolt felület fele, de legalább is harmadrésze. A cső külső részét beosztással látják el. A beosztásvonások egymástól való távolsága nemzetközi megegyezés szerint egy párisi vonal (2,256 mm). A beosztás kezdő (0) vonása középen van s így a libellán két ellenkező irányú számo-

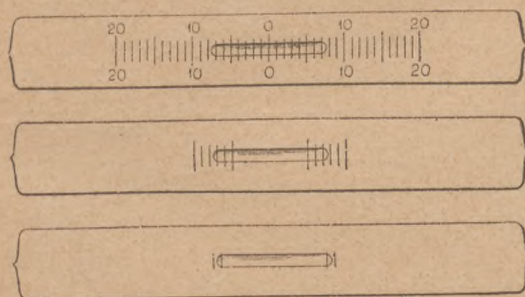


1. ábra. Részleges és teljes csiszolású csöves libellák hossz- és keresztmetszete.

zást s ennek megfelelően két beosztást találunk (2. ábra felül). A beosztás az egyszerűbb libellákon csonka is lehet (2. ábra középen), sőt az egész kezdetlegesen csak két kettős vonást találunk (2. ábra alul).

A libella csővét védő (burkoló) csőbe mereven szokták foglalni s ezt a libellával együtt olyan foglalatba helyezik, melyben a libella csővét a burkoló csővel együtt parányi módon el lehet mozgatni fel és le, illetve jobbra-balra ahhoz az egyeneshez képest, mellyel kapcsolatosan használják a libellát. Az erre a célra szolgáló csavarokat a libella *igazító csavarjainak* nevezzük. Az igazító csavarok néhány típusát mutatja a 3. és a 4. ábra.

A következőkben a függőleges síkban ható csavarokat (a libella *függőleges* igazítócsavarjait) λ_v -vel, a vízszintes síkban hatókat (a libella *vízszintes* igazítócsavarjait) λ_h -val fogjuk jelölni.

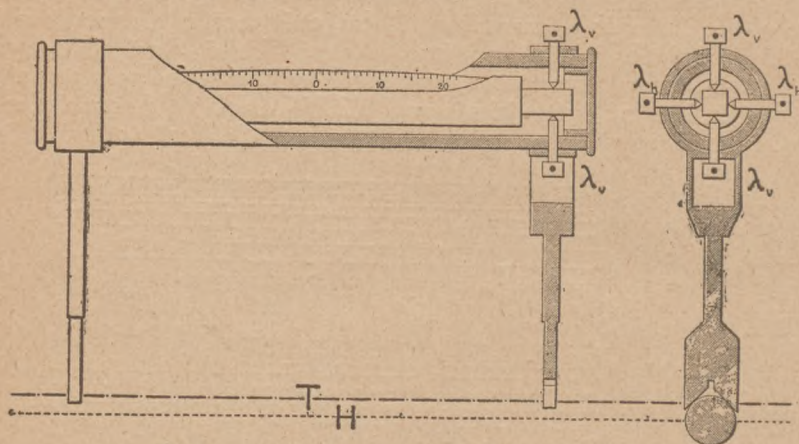


2. ábra. a) Teljes beosztás. b) Csonka beosztás. c) Kőépjelző vonások.

A csöves libellák lehetnek *szabad* libellák és lehetnek *kötött* libellák. Az utóbbiak merev kapcsolatban vannak azzal az egyenessel (talp-vonallal, tengelylyel), mellyel kapcsolatban a libellát használjuk, az előbbieket ellenben arról elhelyezhetők s arra ráhelyezhetők.

A szabad libellák ismét lehetnek *talpas* libellák (4. ábra) és *tengely* libellák

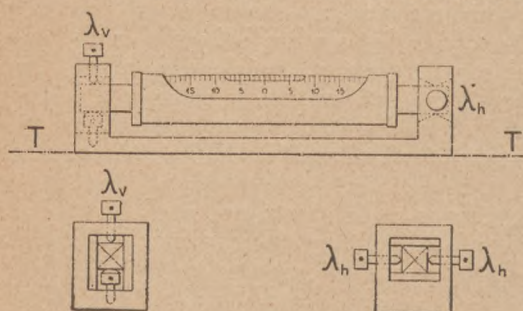
(3. ábra). Az előbbi síkalkotókkal, az utóbbit álló, vagy fekvő tengelyekkel kapcsolatban szokták használni. A kötött libellákon vízszintes igazító csavarok nincsenek.



3. ábra. Tengelylibella hossz- és keresztmetszete.

2. A libella alapelve és vázlatos ábrázolása.

A libella *buborékját* felül a csiszolt felület, alul a folyadék felszíne határolja, azért metszetben a buborékot alul vízszintes egyenessel,



4. ábra. Talpas libella nézetei.

felül pedig körívvel lehet ábrázolni (5. ábra). A libella cső minden helyzete mellett a buborék alsó határoló síkja vízszintes sík, vagyis a buborék középpontjának érintője mindig vízszintes s így a buborék középpontja azonos a csiszolt felület legmagasabb pontjával. Ha a libella csővét akármilyen helyzetben rögzítjük, a nyugalomban levő buborék kijelöli a csiszolt felületnek az

illető helyzetbeli legmagasabb pontját, t. i. az azonos a buborék középpontjával. A buborék ezen tulajdonságán alapul a libella elmélete és használata.

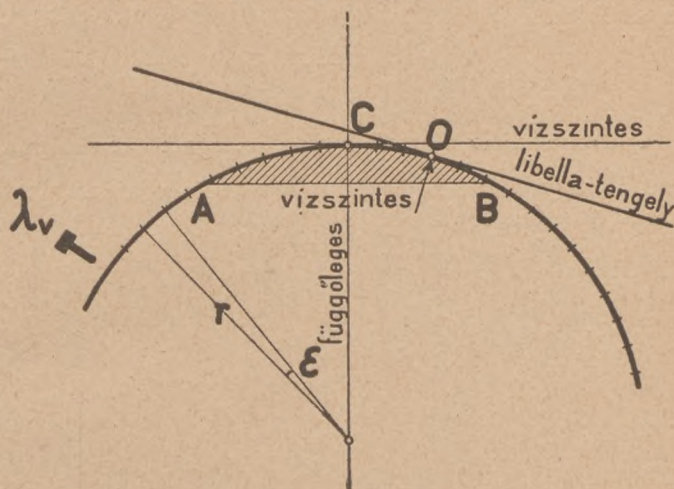
A libellát vázlatosan függőleges hosszmetsetével szokás ábrázolni. Függőleges hosszmetset alatt ama



5. ábra. A buborék metszete.

sík metszését értjük, mely a csiszolt felület legmagasabb pontján át a legnagyobb görbület irányában halad.

A libella függőleges hosszmetsete mindig körív (6. ábra). A be-



6. ábra. A libella vázlatos hosszmetsete.

osztás-vonásokat a köríven mint pontokat ábrázolhatjuk. A beosztás kezdőpontja O -ban van.

Az egy beosztásrészhez (*parshoz*) tartozó középponti szöget a libella *állandójának*, vagy *érzékenységének* szokás nevezni s ε -nal fogjuk jelölni. Minél kisebb az ε , annál érzékenyebb a libella.

A geodéziai műszereken az ε értéke $3''$ és $50''$ közt váltakozik. Az ε állandó és az r sugár számértékei közt a következő összefüggés van:

ε	r
$3''$	155 m
$5''$	93 m
$10''$	46 m
$20''$	23 m
$30''$	15 m
$40''$	12 m
$50''$	9 m

A beosztás kezdőpontjában a libella-körívhez vont érintőt a libella tengelyének fogjuk nevezni s állandóan L -lel fogjuk jelölni.

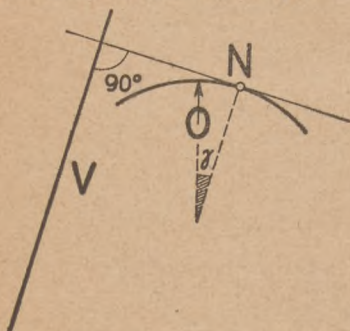
A beosztás két része közül a függőleges igazító csavarok felé esőt pozitív résznek, a másikat negatív résznek szokás venni. A buborék két vége közül pozitívnak szintén a függőleges igazító csavarok felé esőt fogjuk venni.

A buborék két végét — parsokban és annak tizedeiben kifejezve — közvetlenül leolvashatjuk. Ha a buborékvégekhez tartozó leolvasások a és b , akkor a buborék középpontjához tartozó c leolvasás a következőképpen számítható

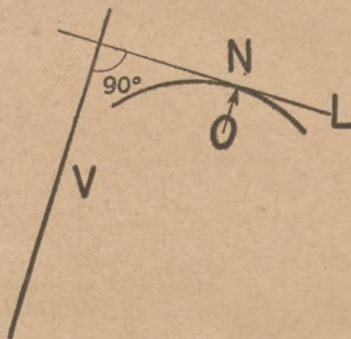
$$c = \frac{a + b}{2}$$

3. A libella-körív normális pontja. Igazított állapot.

A libellát vagy álló tengellyel, vagy fekvő tengellyel (síkkotóval) kapcsolatosan használhatjuk.



7. ábra. A normális pont.



8. ábra. Álló tengelyhez igazított libella.

Ha a libellát V álló tengellyel kapcsolatosan használjuk (7. ábra), akkor a libella-körívnek azon N pontját, melyben az érintő merőleges a V tengelyre, a libella körív normális pontjának nevezzük.

Ha az N normális pont azonos a skála kezdőpontjával O -val, azaz

$$N \equiv O$$

akkor a libella tengelye merőleges az álló tengelyre

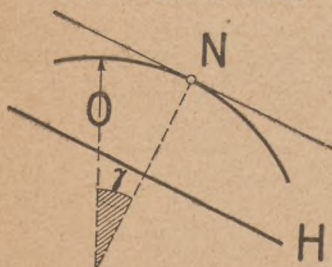
$$L \perp V$$

mikor is a libellát az álló tengelyre igazítottak mondjuk (8. ábra).

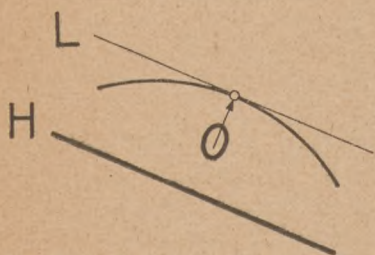
Ha a libellát fekvőtengellyel (talponállal vagy síkkotóval) kapcsolatosan használjuk, akkor normális pontnak a körív azon N pontját nevezzük, melynek érintője párhuzamos a fekvő tengellyel (9. ábra).

Ha a libella-körív N normális pontja azonos a skála kezdőpontjával

$$N \equiv O,$$



9. ábra. A normális pont.



10. ábra. Fekvő tengelyhez igazított libella.

azaz a libella tengelye parallel a fekvőtengellyel

$$L \parallel H$$

akkor a libellát a fekvő tengelyre *igazított*nak mondjuk (10. ábra).

Az igazított állapot a libella használatakor *elvileg* nem szükséges, gyakorlati jelentősége a libellával végezhető feladatok végrehajtásának egyszerűsítésében és meggyorsításában van.

A libella-körívnek tehát három fontos pontja van, t. i.

1. O , a skála kezdőpontja,
2. N , a körív normális pontja,
3. C , a buborék középpontja.

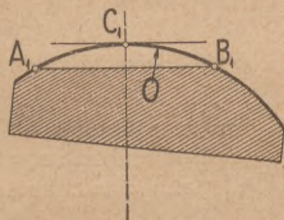
Ezek közül az O pont *lényegesen* állandó állandó pont, a C pont *lényegesen* változó pont (függ a cső hajlásától), az N pedig *állandó*, de csak addig, míg a libellacsőnek a fekvő, vagy az álló tengelyhez való helyzete meg nem változott. Mivel pedig ez a relatív helyzet az igazítócsavarokkal változtatható meg, mondhatjuk, hogy a *normális* pont mindaddig állandó, amíg az igazítócsavarokhoz nem nyúlunk.

4. A libellával végezhető műveletek s azok eredményei.

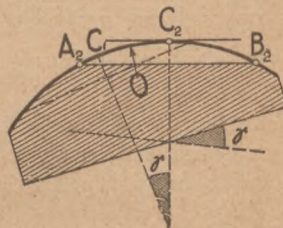
a) A libella forgatása a függőleges hosszszmetszetre merőleges, fekvő tengely körül.

E művelet hatása — tekintve, hogy a művelettel megváltoztatjuk a libellacső hajlását — a buborék elmozdulásában nyilvánul.

Elforgatás előtt legyen a buborék két vége A_1 -ben és B_1 -ben (11. ábra). Ezt a helyzetet a két vég leolvasásával (a_1 és b_1) jellemez-



11. ábra. A libella elforgatása. 1. A libella az elforgatás előtti helyzetben van.



12. ábra. A libella elforgatása. 2. A libella az elforgatás utáni helyzetben van.

hetjük. A buborék C_1 középpontjához tartozó c_1 távolság ezekből levezethető és pedig

$$c_1 = \frac{a_1 + b_1}{2}$$

Elforgatás után (12. ábra) a buborék az A_2 , B_2 helyzetbe jut; a megfelelő a_2 és b_2 leolvasásokból

$$c_2 = \frac{a_2 + b_2}{2}$$

A buborék középpontja a $C_1 C_2$ ívvel mozdult el, ami parsokban

$$c_2 - c_1$$

-gyel egyenlő.

Ha a $C_1 C_2$ ívnek megfelelő középponti szöget γ -val jelöljük, akkor

$$\gamma = (c_2 - c_1) \varepsilon$$

tekintve, hogy egy beosztásrésznek ε nagyságú szög felel meg.

A γ szög nyilvánvalóan azonos az elfordulás szögével. Ugyanis az elfordulás előtt a C_1 pont normálisa volt függőleges irányú, elfordulás után pedig a C_2 normálisa lett függőleges, tehát a normálisok elfordulása azonos az elforgatással bekövetkezett *elhajlás* mértékével.

Az elforgatással tehát meghatározható ama γ szög, mellyel az elforgatás történt és pedig, ha $\angle c$ a buborék középpontjának az elforgatás folytán bekövetkező elmozdulása, akkor

$$\gamma = \angle c \varepsilon$$

Amennyiben esetleg az elforgatás szöge ismeretes, illetve ha az megmérhető, akkor a művelet felhasználható a libella állandójának meghatározására is. A buborék elmozdulása mindig elforgatásra vezethető vissza. Ha a libellát ráhelyezzük valami alzatra és észleljük, hogy a buborék elmozdult, az azt jelenti, hogy a libella hajlása s vele együtt az alzat megfelelő alkotójának a hajlása is megváltozott. A hajlás-változás számértéke is megállapítható, ha ismerjük a libella állandóját.

Az elforgatás műveletét felhasználhatjuk szilárdsági kísérletekben merev tengelyek, egyenesek apró irányváltozásainak kimutatására és mérésére. Ilyenkor azonban nagyon kell ügyelni a libella gondos termikus izolálására, mert egyoldalú hőmérsékleti hatásokra is bekövetkezhet buborék-elmozdulás.

b) A libella billentése fekvő tengelyen (tengelylibella), vagy talpvonalon (talpas libella).

Billentésnek nevezzük azt a műveletet, amikor a libellát a fekvő tengelyen — anélkül, hogy arról felemelnők — előre és hátra forgatjuk. E művelettel megállapítható, hogy van-e libellának keresztben-állása a fekvő tengelyre.

Keresztben-állás akkor van, ha a fekvő tengely (vagy alapvonal) és a libella tengelye kitérő — egymást nem metsző — egyenesek (torz egyenespár), vagyis, ha alaprajzban az L és a H egymást metszik.

Ha a billentéskor a buborék egyáltalán nem tér ki, vagy ha kitér is, de kitérésének értelme úgy az előre-, mint a hátra billentéskor ugyanaz, akkor keresztben-állás nincs.

Ha azonban a buborék kitér, de kitérése más értelmű a hátra-billentéskor, mint volt az előre-billentéskor, akkor van keresztben-állás.

Ha a libellának keresztben-állása van, akkor a buborék állása még vízszintes tengelyen is megváltozhat, ha a libellát kissé elmozdítjuk (billentjük) a tengelyen, vagyis állása a tengelyre való különböző ráhelyezésre különböző lehet. Mi azonban a buborék-elmozdulást éppen a hajlás-változások észlelésére és mérésére használjuk, tehát a

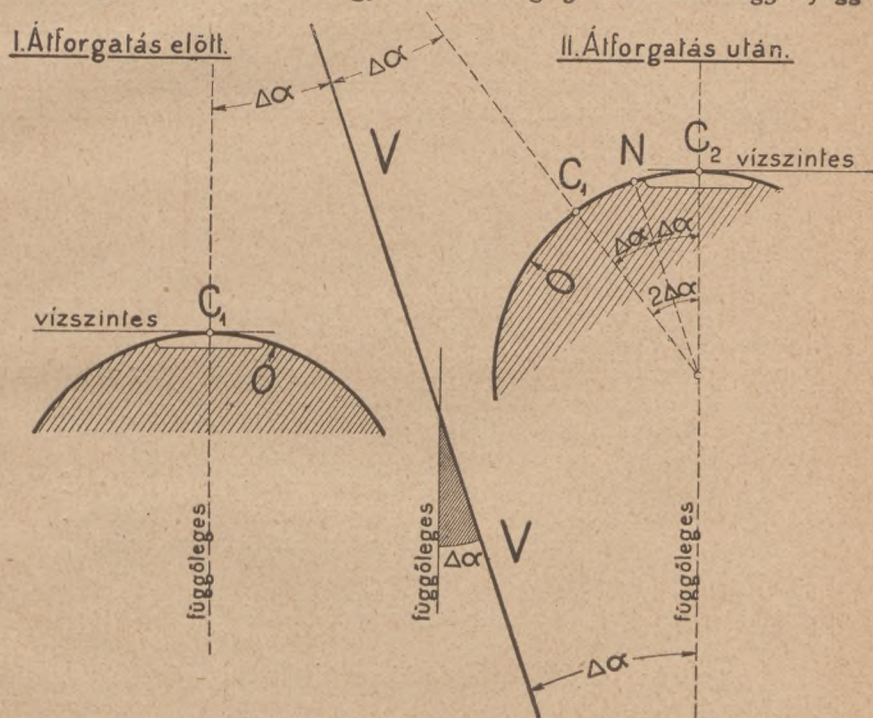
keresztben-állásból származható buborék-elmozdulást okvetlenül teljesen ki kell küszöbölni.

A szabad libellák, vagyis a tengely és a talpas libellák a keresztben-állásra mindig megvizsgálandók, s ha van keresztben-állás, akkor az a vízszintes igazító csavarokkal gondosan eltüntetendő.

c) A libella 180° -ra való átforgatása közel függőleges álló tengely körül.

Ezzel a művelettel — a buborék-elmozdulásból és a libella állandójából — meg lehet határozni a tengely ferdeségi szögét, továbbá a libella-körív normális pontját, vagyis a tengely függőlegessé tétele is lehetségessé válik.

Tegyük fel először hogy az álló tengely benne van vagy a függő-



13. ábra. A libellának 180° -ra való átforgatása közel függőleges álló tengely körül.

leges hosszszelvény síkjában, vagy egy azzal párhuzamos síkban. Ezt az esetet ábrázolja a 13. ábra.

Átforgatás előtt a libella-körív legmagasabb pontja a C_1 pont, ennek érintője vízszintes, normálisa pedig függőleges s így a V tengellyel — felfelé meghosszabbítva — $\Delta\alpha$ szöget zár be. A buborék a C_1 pont körül szimmetriásan helyezkedik el, tehát két végét leolvastva (a_1 , b_1) az $OC_1 = c_1$ távolság számítható, nevezetesen

$$c_1 = \frac{a_1 + b_1}{2}$$

Átforgatás után a buborék vagy C_1 -ben marad, vagy elmozdul s egy C_2 pont körül helyezkedik el szimmetriásan. Nem mozdul el akkor, ha a V tengely függőleges volt, azaz elmozdulása egymagában is ismertető jele a tengely nem függőleges voltának.

Tegyük fel, hogy a tengely nem függőleges, hanem azzal $\angle \alpha$ szöget zár be. Az átforgatást elvégezve a buborék középpontja C_2 -be kerül, az $OC_2 = c_2$ távolság a két vég leolvasásából (a_2 és b_2) számítható, nevezetesen

$$c_2 = \frac{a_2 + b_2}{2}$$

A C_2 pont érintője vízszintes, normálisa függőleges, azaz lefelé meghosz-zabbítva, a V -vel szintén $\angle \alpha$ szöget zár be. A C_1 C_2 ívhez tartozó középponti szög $2\angle \alpha$ lesz, tekintve, hogy ez külszöge egy olyan háromszögnek, melynek két átellenes szöge $\angle \alpha$ és $\angle \alpha$. A C_1 C_2 ívnek megfelelő középponti szög a buborék-elmozdulásból és a libella állandójából számítva

$$(c_2 - c_1) \varepsilon$$

Vagyis

$$2\angle \alpha = (c_2 - c_1) \varepsilon$$

ahonnan

$$\angle \alpha = \frac{1}{2} (c_2 - c_1) \varepsilon$$

A buborék-elmozdulás egyenesen arányos a ferdeségi szöggel; az arányossági tényező a libella állandójának fele.

A C_1 és C_2 pontok közti ívet felezve, a felezési pont N a libella-körívnek a V tengelyre vonatkozó normális pontja lesz.

Ugyanis a N normálisa úgy a C_1 normálisával, mint a C_2 normálisával $\angle \alpha$ szöget zár be, tehát párhuzamos a V tengellyel.

A libella-körív normális pontjához tartozó c_n leolvasás

$$c_n = \frac{c_1 + c_2}{2}$$

Ha a tengelyt a libellával együttesen úgy mozgatjuk el, hogy a buborék közepe a c_n leolvasásra mutat, akkor a tengely függőleges lesz.

A függőlegessé tétel kényelmetlen művelet volna, ha a buborék középpontját — vagyis közvetlenül meg nem figyelhető pontját — kellene rá állítani a normális pontra. Ezt azonban el lehet kerülni azáltal, hogy az egyik buborékvég normális pontját állapítjuk meg. Például a pozitív végre nézve

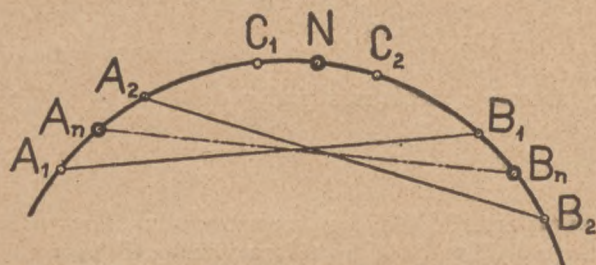
$$a_n = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

s a pozitív vég közvetlenül ráállítható ezen értékre.

Ez az eljárás, amint azt a 14. ábra szemlélteti, csak akkor jogosult, ha a buborék hossza időközben nem változott meg. Hogy

ilyen hosszváltozás ne következhessek be, az átforgatás és ráállítás műveleteit lehetőleg gyorsan kell végezni s ügyelni kell, hogy a műveletek alatt egyoldali hőmérsékleti hatások fel ne léphessenek.

Vegyük most azt az általános esetet, amikor a V tengely nincs benne a függőleges hosszszelvény síkjában. A 180° -kal való átforgatás ez esetben is elvégezhető, de a megfelelő buborék-el-



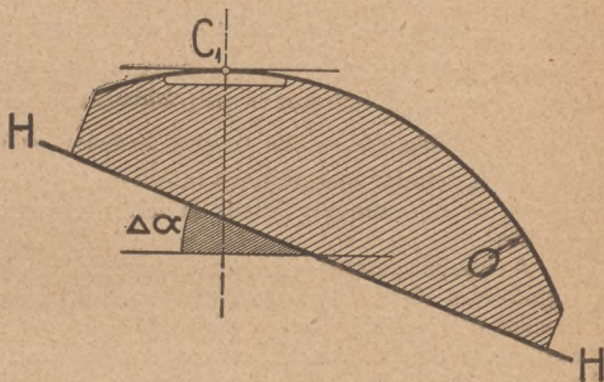
14. ábra. A buborékvégek és a buborékközéppont normális pontjai.

mozdulás nem magával a ferdeségi szöggel, hanem annak a függőleges hosszszelvény irányában vett vetületével lesz arányos.

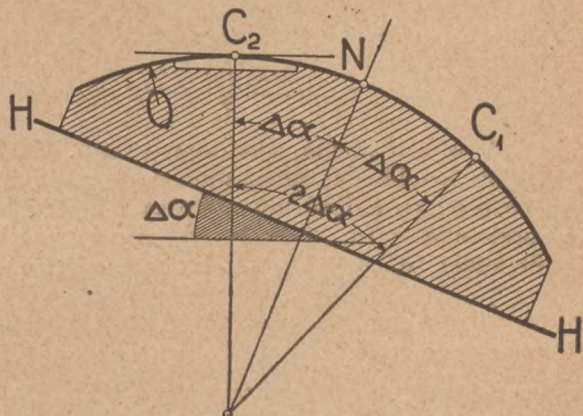
d) A libella átfektetése 180° -ra, fekvő tengelyen, vagy talpvonalon.

180° -ra való átfektetésnek ama műveletet nevezzük, amikor a libellát felemeljük a tengelyről (vagy a talpvonalról) s a levegőben 180° -kal megforgatva, újból visszahelyezzük a tengelyre. Az átfektetés lényegében nem más, mint átforgatás olyan álló tengely körül, mely merőlegesen áll a fekvő tengelyre, illetve talpvonalra.

E műveletet — feltéve, hogy a libellának nincs keresztben-állása — felhasználhatjuk a tengely (talpvonal) hajlásszögének meghatározására, továbbá a libella-körív normális pontjának megállapítá-



15. ábra. A libella átfektetése fekvő tengelyen. 1. A libella az átfektetés előtti helyzetében van.



16. ábra. A libella átfektetése a fekvő tengelyen. 2. A libella az átfektetés utáni helyzetében van.

sára. Ha a buborék-középponthoz tartozó leolvasás átfektetés előtt c_1 , átfektetés után c_2 (15. és 16. ábra), akkor a fekvő tengely *hajlásszöge*

$$\angle \alpha = \frac{1}{2} (c_2 - c_1) \varepsilon$$

A N normális ponthoz tartozó c_n leolvasás pedig

$$c_n = \frac{c_1 + c_2}{2}$$

A fenti egyenletek önként értetődnek, ha meggondoljuk, hogy az átfektetés az álló tengely körül való átforgatásra vezethető vissza.

A normális pont ismerete a tengely *vízszintessé tételét* teszi lehetővé. Ha ugyanis a libellának és a tengelynek együttes helyzetét mindaddig változtatjuk, míg a buborék középpontja a c_n leolvasást nem mutatja, akkor a fekvő tengely vízszintes lesz.

5. A csöves libella használata.

A libellát különböző feladatok megoldására használhatjuk. Az alábbiakban e feladatokat és megoldásukat részletesen fogjuk tárgyalni.

a) Közel függőleges álló tengely ferdeségi szögének meghatározása.

Ez a feladat megoldható minden olyan teljes beosztású libellával, amelyet az álló tengely körül át lehet forgatni s amelynek állandója ismeretes.

A libellát *tetszőleges* $x-x$ irányba állítjuk, s amint a buborék nyugalomba jött, leolvassuk két végének állását a_{1x} -et és b_{1x} -et. Most a libellát *átforgatjuk* a tengely körül 180° -ra s újra leolvassuk a buborék állását a_{2x} -et és b_{2x} -et. E leolvasásokból kiszámítható a tengely $\angle \alpha$ ferdeségi szögének $\angle \alpha_x$ vetülete az $x-x$ síkra és pedig

$$\angle \alpha_x = \frac{1}{2} (c_{2x} - c_{1x}) \varepsilon$$

ahol

$$c_{1x} = \frac{a_{1x} + b_{1x}}{2} \text{ és } c_{2x} = \frac{a_{2x} + b_{2x}}{2}$$

továbbá az ε a libella állandóját jelenti.

Ezután a libellát elforgatjuk az $y-y$ síkba, mely az előbbivel 90° -ot zár be s itt az előbbi műveleteket megismételjük, azaz leolvassuk a buborék állását (a_{1y} -t és b_{1y} -t), átforgatjuk 180° -kal s újra leolvassuk a két véget (a_{2y} -t és b_{2y} -t). E leolvasásokból az $y-y$ irányú vetület

$$\angle \alpha_y = \frac{1}{2} (c_{2y} - c_{1y}) \varepsilon$$

ahol

$$c_{1y} = \frac{a_{1y} + b_{1y}}{2} \text{ és } c_{2y} = \frac{a_{2y} + b_{2y}}{2}$$

A vetületekből kiszámítható a tengely ferdeségi szöge:

$$\operatorname{tg} \angle \alpha = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \angle \alpha_x + \operatorname{tg}^2 \angle \alpha_y}$$

b) Közel vízszintes egyenes (fekvő tengely, talpvonal, sík alkotó) hajlásszögének meghatározása.

Elvégezhető bármely teljes beosztású libellával, mely az egyenesen átfektethető, melynek nincs keresztben-állása s amelynek állandója ismeretes.

A libellát ráhelyezve az egyenesre, a buborék állását leolvassuk (a_1 és b_1). Ezután a libellát átfektetjük s amint teljesen nyugalomba jött, újra leolvassuk a buborék állását (a_2 és b_2). A tengely hajlásszöge

$$\angle \alpha = \frac{1}{2} (c_2 - c_1) \varepsilon$$

ahol

$$c_1 = \frac{a_1 + b_1}{2} \text{ és } c_2 = \frac{a_2 + b_2}{2}$$

ε pedig a libella állandója.

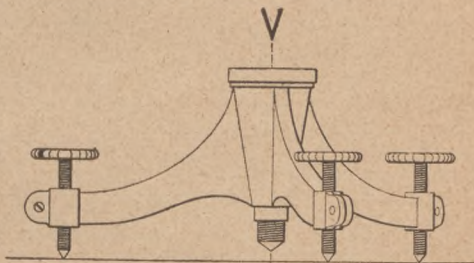
c) Álló tengely függőlegessé tétele.

Elvégezhető minden olyan libellával, mely az álló tengely körül átforgatható. A tengely függőlegessé tételéhez szükséges, hogy a tengely két egymásra merőleges irányban (a főirányokban) parányi módon is dűthető legyen. A geodéziai műszereken a talpcsavarok adják a két főirányt, géptengelyek esetén ékekkkel változtatjuk a tengely hajlását.

A talpcsavaros berendezések közül a legelterjedtebb és a legjobb a három talpcsavaros berendezés (17. ábra). Ennél a függőleges tengely perselyéből egymástól 120° – 120° -ra három ág nyúlik ki s ezeken halad át a három talpcsavar. Ha két talpcsavart egyforma mértékkel, de ellenkező értelemben csavarunk, akkor a tengely olyan síkban mozog, mely párhuzamos e kétcsavar csúcspontján áthaladó egyenessel.

Ha a harmadik talpcsavart egymagában csavarjuk, a tengely az előbbi síkra merőleges síkban fog mozogni. A két talpcsavarnak megfelelő irányt első főiránynak, az egy talpcsavarét második főiránynak nevezzük (18. ábra). A három talpcsavar közül azt a kettőt célszerű első főiránynak választani, amelyeknek felfekvési vonala leginkább vízszintes.

A függőlegessé tételt három lépésben végezzük el, nevezetesen 1. a tengelyt közel függőlegessé tesszük (előkészítés), 2. átforgatással megállapítjuk a normális pontot az egyik buborék-végre vonatkozólag (vizsgálat), 3. a normális pontot felhasználva, a tengelyt gondosan függőlegessé tesszük (függőlegessé tétel).



17. ábra. Álló tengely háromtalpcsavaros rendszerrel.

A szükséges műveletek egymásutánja a következő:

I. Előkészítés. A libellát az első főirányba vezetve, a főirány talpcsavarjaival (vagy ékeivel) a buborékot megközelítőleg (1—2 parsra) középre állítjuk. Ezután a libellát a második főirányba forgatjuk (90°-ra) s ott a libella buborékját a megfelelő talpcsavarokkal (vagy ékekkel) ismét középre állítjuk. Most a libellát visszaforgatjuk az első főirányba s amennyiben nagyobb kitérést észlelnénk, a középreállítást a két főirányban megismételjük.

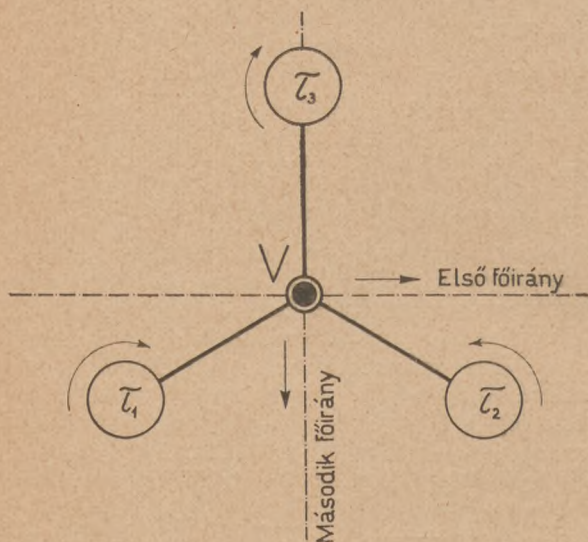
II. Vizsgálat. Az első főirányba visszaforgatott libellán leolvassuk a buborék egyik, célszerűen a pozitív végének állását (a_1). A libellát az álló tengely körül átforgatjuk 180°-kal s amint a buborék teljesen megnyugodott, újra leolvassuk a buborék ugyanazon végét (a_2). A két le-

olvasás számtani közepe megadja a megfigyelt vég normális pontját és pedig

$$a_n = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

III. Függőlegessé

tétel. A buborék megfigyelt végét először az első főirányban, azután 90°-kal való elforgatás után a második főirányban ráállítjuk az a_n normális leolvasásra a megfelelő talpcsavarok (vagy ékek) segítségével. Ezáltal a normális pont érintője vízszintes lesz, vagyis a reámerőleges álló tengely függőleges (azaz a kívánt) helyzetbe jutott.



18. ábra. A hármas talpcsavarrendszer főirányai.

A függőlegességek ellenőrzése az, hogy a libella lassú körülforogatásakor a buborék nem mozul el.

A függőlegessé tétel megegyezésére akkor, ha a libella ki van igazítva az álló tengelyre. Ez esetben a libella-körív normális pontja már előre ismeretes, t. i. összeesik a beosztás kezdőpontjával, tehát a függőlegessé tétel csak abból áll, hogy a buborékot először az első, aztán a második főirányban gondosan középre állítjuk.

d) Fekvő tengely vízszintessé tétele.

Elvégezhető minden olyan libellával, mely a tengelyen átfektethető s amelynek nincsen keresztben-állása a fekvő tengelyre nézve.

A vízszintessé tétel műveletei a következők:

I. Előkészítés. A libellát ráhelyezzük a fekvőtengelyre s a megfelelő talpcsavarokkal, vagy ékekkel a buborékot megközelítőleg középre állítjuk.

II. Vizsgálat. Leolvassuk a buborék egyik végének állását (a_1) s átfektetjük a libellát. Az átfektetés után — megvárva míg a buborék teljesen nyugalomba jött — újra leolvassuk ugyanazon vég állását (a_2). A két leolvasás számtani közepe az illető vég normális pontját (a_n) határozza meg, azaz

$$a_n = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

III. Vízzintessé tétel. A megfelelő talpcsavarokkal, illetve ékekkal a buborék megfigyelt végét ráállítjuk az a_n normális leolvasásra.

A vízzintessé tétel ellenőrzése az, hogy a libellát a tengelyen visszafektetve, buborékjának megfigyelt vége rajta marad a normális leolvasáson.

Amennyiben a libella ki van igazítva a fekvő tengelyre, úgy normális pontja összeesik a beosztás kezdőpontjával, tehát a vízzintessé tétel csak abból áll, hogy a megfelelő talpcsavarokkal, vagy ékekkel addig változtatjuk a tengelynek és a libellának együttes helyzetét, míg a buborék középre nem jut.

e) Síklap vízzintessé tétele.

Egy síklap akkor vízszintes, ha két egymásra merőleges alkotója vízszintes. Ha tehát az előbbi műveletet a sík két egymásra merőleges alkotóján végezzük el, akkor nemcsak az alkotók, hanem a sík maga is vízszintes lesz.

Ez a feladat tehát teljesen visszavezethető az előbbi feladatra.

f) Libella igazítása álló tengelyhez.

A libellát valamely V álló tengelyhez igazítottak akkor mondjuk, ha tengelye merőleges az álló tengelyre ($L \perp V$), azaz, ha normális pontja azonos a beosztás kezdőpontjával.

A libella-igazítás álló tengelyre a következő lépésekből áll.

I. Előkészítés. Az álló tengelyt a libella segítségével a már ismertetett módon gondosan függőlegessé tesszük.

II. Igazítás. A libella függőleges igazítócsavarjaival a libella buborékját gondosan középre állítjuk. Ezáltal a libella tengelye (L) vízszintes lesz s mivel ugyanakkor a V tengely függőleges, tehát elértük, hogy $L \perp V$, azaz a libella igazított.

A libella igazítottságának előnye a függőlegessé tétel egyszerűsítésében van.

g) Libella-igazítás fekvő tengelyre (talpvonalra).

Alibellát fekvő tengelyre, vagy talpvonalra igazítottak akkor mondjuk, ha a libella tengelye L parallel a fekvő tengellyel H -val, azaz, ha a libella-körív normális pontja N azonos a skála kezdőpontjával O -val.

A fekvő tengelyre való kiigazítás a következő lépésekből áll.

I. Vízszintes igazítás. A szokásos s már ismertetett módon megvizsgáljuk, van-e a libella tengelynek keresztbenállása s ha volna, megszüntetjük a vízszintes igazítócsavarok segítségével. Ezzel az igazítással elértük, hogy vízszintes vetületben a libella tengelye s a fekvő tengely egymással paralelek.

II. Függőleges igazítás.

a) *Előkészítés.* A fekvő tengelyt az ismert módon gondosan vízszintessé tesszük.

b) *Igazítás.* A libella függőleges igazítócsavarjaival (λ_v) a libella buborékját gondosan középre állítjuk.

Ez utóbbi művelet folytán az L vízszintes lett s mivel az előkészítésben a H -t is vízszintessé tettük, azért $L \parallel H$.

A libella igazíttósága a tengely vízszintessé tételét lényegesen megegyszerűsíti.

12. §. Szelencés libellák.

A szelencés libella régebbi alakján a folyadékot tartó edény két részből készül (19. ábra). Az alsó rész fémből (sárga-rézből) való s alul zárt hengeralakú, a felső rész pedig a hengert lefedő üveglemez, melynek alsó része alulról homorú gömbfelület. Az üveglemezt — ami voltaképpen nem más, mint egy plankonkáv lencse — kanada-balzsammal ragasztják a fémrészhez és pedig a megtöltés előtt. Az edény megtöltése a rézhenger alsó lapján levő nyíláson át történik; a nyílást a megtöltés után jól szigetelt csavarral zárják el.

Az ilyen módon készített szelencés libella hamar tönkre megy, mert az erősen párolgó töltő folyadék részben a fém és az üveg közti ragasztóanyag hajszálrésein, részben az alsó lezáró csavar mellett hamar elpárolog.

A szelencés libella újabb alakja — a Mollenkopf-féle — segít ezen a hátrányon. Az 19. ábra. Szelencés libella metszete és felülnézete (régí típus).

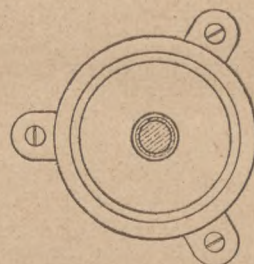
való; a felső rész megfelelő csiszolása után az alsó részt forrasztó lángon kihúzzák s a megtöltés után beforrasztják. Az ilyen szelencés libellát keresztmet-



20. ábra. Szelencés libella metszete (újabb típus).

szelencés libella tengelysíkjának nevezzük.

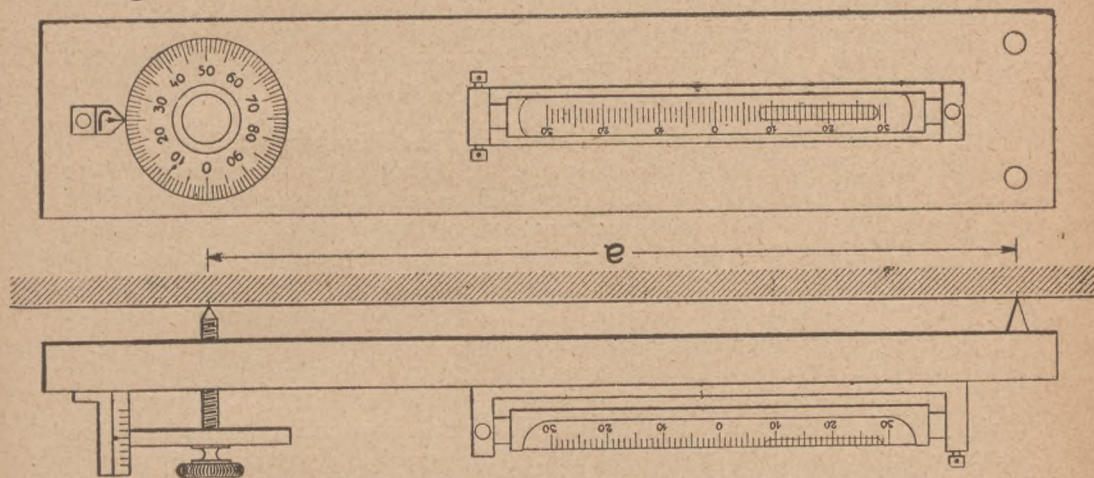
A szelencés libellát mindig csak kiigazított állapotban használjuk.



Ha tengelysíkja merőleges az álló tengelyre ($L \perp V$), úgy az álló tengelyre nézve kiigazítottak mondjuk; ha tengelysíkja párhuzamos a fekvő tengellyel (talp vonallal), azaz $L \parallel H$, úgy a fekvő tengelyre nézve kiigazítottak mondjuk.

A szelencés libellák kiigazítása legcélszerűbben mindig valamely csöves libellának felhasználásával történhet s az eljárás mindig az, hogy a csöves libellával a tengelyt függőlegessé (illetve vízszintessé) tesszük s utána a szelencés libella buborékját a megfelelő igazító-csavarokkal középre állítjuk.

A szelencés libella érzékenysége mindig sokkal kisebb, mint a csöves libelláé. Érzékenysége $3'$ és $60'$ közt váltakozik. A szelencés libella előnye — olcsóságán kívül — az, hogy a függőlegessé tételkor a főirányokba való forgatás elmarad, tehát ez a művelet vele gyorsan végezhető. Ezt az előnyt azonban el lehet érni két — egymásra 90°



21. ábra. A libella-mérleg oldal- és telülnézetben.

alatt álló — csöves libellával, az ú. n. libellakereszttel is.

A szelencés libellát csak a kisebb fajta teodolitokon és szintező műszereken alkalmazzák a tengely függőlegessé tételére. Tágkörű alkalmazásra talál a szintező léceken, kítűző karokon, pontjelzőkön hajlás-mérőkön stb.

13. §. A libella állandójának meghatározása.

A libella ε állandóját a libella elforgatásának műveletével határozzuk meg. Az elforgatás alatt bekövetkező buborék-elmozdulásból és az elforgatási szög ismeretes (mért) értékéből a libella állandója számítható.

Az állandó meghatározására külön műszert használhatunk, az ú. n. libellamérleget.

A libellamérleg főrésze egy három csúcson nyugvó fémlemez

(21. ábra). E csúcsok közül kettő mozdulatlan s a hossz tengely me-
legesében áll, a harmadik a hossz tengelyen van s voltaképen egy
mikrométer-csavar csúcsa. A mikrométer-csavar be-, vagy kicsavarása
a lemezt kis határok között forgatni fogja a másik két csúcs össze-
kötő vonala körül s a forgatás szögét a mikrométer-csavarral kap-
csolatos leolvasó berendezéssel lehet megállapítani. Ez utóbbihoz
szükséges, hogy ismerjük a mikrométer-csavar menetmagasságát (m)
és csúcsának normális távolságát a forgástengelytől (a).

Ugyanis az $\frac{m}{a}$ érték megadja (analitikus egységben) az egy teljes
körülfordulásnak megfelelő elforgatási szöget, α -át

$$\alpha = \frac{m}{a}$$

azaz ívmásodpercekben

$$\alpha = \varrho'' \frac{m}{a}$$

Ezt az α -át szokás a libella-mérleg állandójának nevezni.

Az elfordulásszög megállapítása céljából a csavar beosztott
dobbal van felszerelve, továbbá egy álló beosztással, melyen az egész
számú körülfordulások (a teljes csavarmenet-magasságok) mérhetők.

A libella állandójának meghatározása úgy történik, hogy a lemez
hosszanti irányával párhuzamosan rá helyezzük a libellát s buborékját
a mikrométer-csavarral olyan szélső helyzetbe hozzuk, amelynél a
végei még megfigyelhetők (leolvashatók).

Miután a buborék teljesen nyugalomba jött, leolvassuk két végének
állását (a_1 és b_1), továbbá a mikrométer-csavar állását (m_1). Most a
csavarral a buborékokat átvisszük a tulsó oldalra valami megfigyelhető
szélső helyzetbe s amint nyugalomba jött, ismét leolvassuk a libellán
(a_2 és b_2) és a csavaron (m_2).

A buborék középpontjának Δc elmozdulása a buborék-leolvasá-
sokból a következőképen számítható

$$\Delta c = c_2 - c_1 = \frac{a_2 + b_2}{2} - \frac{a_1 + b_1}{2}$$

amiből az elfordulás szöge

$$\Delta \alpha = (c_2 - c_1) \varepsilon$$

Ámde a $\Delta \alpha$ számítható a mikrométer-csavaron végzett leolva-
sásokból is, ugyanis

$$\Delta \alpha = (m_2 - m_1) \alpha = \Delta m \alpha$$

ennélfogva

$$\varepsilon = \frac{m_2 - m_1}{c_2 - c_1} \alpha = \frac{\Delta m}{\Delta c} \alpha$$

14. §. A libella használatakor betartandó szabályok.

1. A libellát mérés, illetve használat közben óvni kell minden egyoldalú hőmérsékleti hatástól.

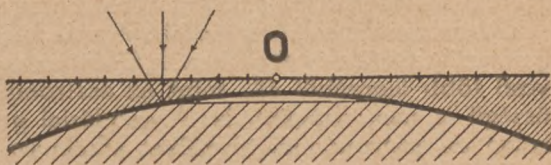
A libella csak akkor működik helyesen, ha a csőve és a benne levő folyadék mindenütt egyenlő hőmérsékletű. A csőnek, vagy a folyadéknak egyoldalú (részleges) felmelegedése buborék-elmozdulást hozhat létre és pedig a felmelegedett rész felé. A felmelegedő részen ugyanis párolgás indul meg s ez a buborékot maga felé szívja.

Az ilyen buborék-mozgásokat gondosan el kell kerülni, miért is a szabadban dolgozva a libella mindig árnyékban (műszerernyő alatt) tartandó s szállításakor is ügyelni kell, hogy a napsugár hatásától óva legyen. Kézzel a csövet sohasem szabad megfogni, úgyszintén nem szabad mérés közben rálehelni.

2. A libella buborékjának leolvasásakor, vagy középbeállításakor a beosztásra mindig merőlegesen kell nézni.

A beosztás és a megfigyelendő buborékvég nincsenek ugyanazon felületen, s ezért a kettőt *parallaxis*ban látjuk. E parallaxis hatása, hogy a különböző szemhelyzetnek megfelelően különböző leolvasást látunk ugyanazon buborékvégen (22. ábra).

E többértelműség elkerülése miatt mindig merőlegesen nézünk a buborékvégre s az ehhez tartozó leolvasást fogadjuk el helyesnek. A merőleges irányt szemünknek jobbra-balra való mozgatásával állapítjuk meg.



22. ábra. A cső falvastagsága miatti parallaxis.

II. FEJEZET.

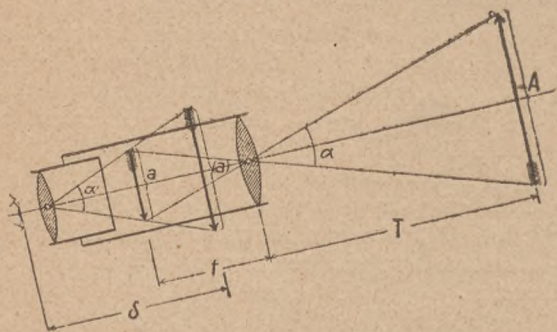
A távcső.

15. §. Az egyszerű távcső szerkezete.

Az egyszerű távcső arra szolgál, hogy vele messze levő tárgyakat jól láthassunk. Az egyszerű távcső ezt azáltal éri el, hogy optikai úton megnagyobbítja azt a szöveget, ami alatt a tárgyakat szabad szemmel látjuk.

Az egyszerű, asztronómiai távcső (1. ábra) két gyűjtőlencséből áll. Az egyik a képalakító, vagy tárgylencse (objektív), a másik a képnagyító, vagy szemlencse (okuláris). Az objektív, a kétszeres gyűjtő-

távolságnál mindig nagyobb távolságban levő tárgynak *reális, fordított, nagyított* képét állítja elő. Mivel ez a kép még kicsi, azért azt nagyító üvegen, az okulárison át nézzük. Az okulárist az objektív által előállított képhez képest olyan távolságban kell tartani, hogy a vele előállított *virtuális* kép szemünktől a tiszta látás távolságában¹ legyen.



1. ábra. Egyszerű, asztronómiai távcső.

A távcsőbe benézve tehát mi a tárgy *fordított, nagyított* képét látjuk. A nagyítás mértéke az α' és az α szögek viszonya, azaz

$$N = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

A távcsővel különböző távolságú pontokat nézünk, azaz a T képtávolság változó. Mivel pedig az

okuláris által előállított képet mindig a tiszta látás távolságában kell látnunk, azért kell, hogy az okuláris az objektívhez képest állítható legyen. Az okulárist tehát külön, a főtűben mozgatható csőbe kell helyezni.

A távcsövet szerkeszthetjük úgy is, hogy egyenes (álló) képet adjon, az ilyen távcsövet nevezzük *földi (terresztrikus)* távcsőnek. A földi távcső több lencséből áll, mint az asztronómiai s ezért kisebb fényerősségű is, meg drágább is. A geodéziai gyakorlatban majdnem kizárólag az asztronómiai távcsövet alkalmazzák.

16. §. A geodéziai távcső.

1. Az irányzás alapelve.

Az egyszerű távcső csak a messze fekvő tárgyak szemlélésére szolgál, de irányozni vele nem lehet. Az irányzás lehetővé tételére a távcsövet irányzással kell ellátni.

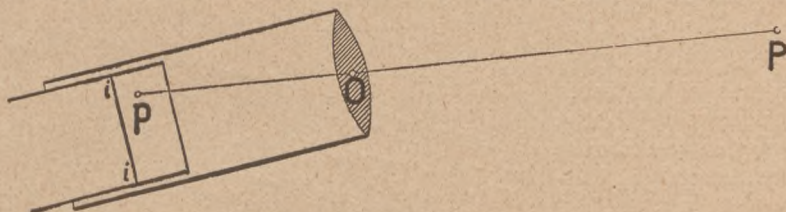
Képzeljünk el egy vékony szálat kifeszítve a képsíkban (képsík alatt a pont képén átmenő és az optikai tengelyre merőleges sík értendő). A szál iránya egyelőre tetszőleges legyen. Ha a távcsövet úgy tartjuk, hogy a szál valami P pont p képével fedésben van (azaz a p kép a szálon van), akkor ez azt jelenti, hogy a P pont látását közvetítő fősugár benne fekszik abban a síkban, melyet az irányszál és az objektív optikai középpontja határoznak meg s amelyet az i irányszálhoz tartozó iránysíknak szokás nevezni. (2. ábra.)

Nyilvánvalóan a két egymásra merőleges tengely körül forgó

¹ Tiszta látás, vagy kényelmes látás távolsága alatt azt a távolságot értjük, melyben a szem apró tárgyakat hosszabb időn át kifáradás és erőltetés nélkül szemlélni képes. Ez a távolság a különböző szemekre nézve más és más. Normális szemre mintegy 25 cm közel-látóra ennél kisebb, távol-látóra pedig nagyobb.

távcsőnek egyazon pontban csak egyetlen oly helyzete lehetséges, amikor a Po egyenes összeesik az i szál irány síkjával, miért is az irányzás egyértelmű művelet.

Annak a megítélése, hogy a Pp egyenes összeesik-e az irány-



2. ábra. Az irányzás alapelve.

sikkal, a szálnál és a pont p képénél történik. A pont akkor beirányozott, amikor a pont képe rajta van az irányszálon. Az irányzást úgy végezzük el, hogy először az irányszálat (síkjaival párhuzamosan) hosszanti irányban mozgatjuk el mindaddig, amíg a rajta átmenő és az optikai tengelyre merőleges sík a pont képén megy át s utána az egész távcsövet megfelelő csavarokkal addig mozgatjuk, míg a pont képe a szála nem jut. Mivel a különböző távolságú pontok képei az objektívtől különböző távolságban keletkeznek, azért az irányszálat nem lehet az objektívtől állandó távolban elhelyezni, hanem külön csőbe helyezzük (az u. n. szálcsőbe), melyet hosszanti értelemben az objektívet tartalmazó főcsőben el lehet mozdítani.

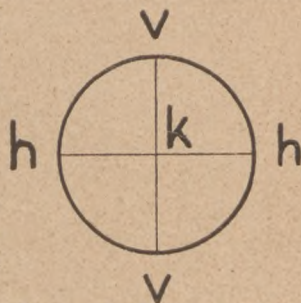
Azt az esetet, amikor a pont képe nincs a szálon át, az optikai tengelyre merőlegesen fektetett síkban, parallaxisnak szokás nevezni s azt a műveletet, amikor a szálcső hosszanti elmozdításával a szál eme síkját a pont képére állítjuk, parallaxis eltüntetésének mondjuk.

2. A szálkereszt és a vele összefüggő fogalmak.

A geodéziai műszereken a távcső két egymásra merőlegesen álló tengely körül forgatható. Ennek megfelelően két szálat helyeznek a távcsőbe, az egyik az álló tengellyel párhuzamosan, ezt függőleges (vertikális) szálnak szokás nevezni s „ v ” betűvel fogjuk jelölni, a másik fekvő tengellyel párhuzamosan (s természetesen az előbbi szála merőleges), ezt vízszintes (horizontális) szálnak nevezzük s „ h ”-val fogjuk jelölni (3. ábra).

A v függőleges szál és az objektív optikai középpontja által meghatározott síkot a távcső függőleges (vertikális) irány síkjának nevezzük s S_v -vel jelöljük.

Ha egy pontot úgy irányítunk be, hogy a pont látását közvetítő fősugár a függőleges irány síkban van, azaz ha a pont képe rajta van a függőleges szálon, akkor a pontot vízszintes értelemben beirányítottnak mondjuk.



3. ábra. Száلكereszt-rendszer.

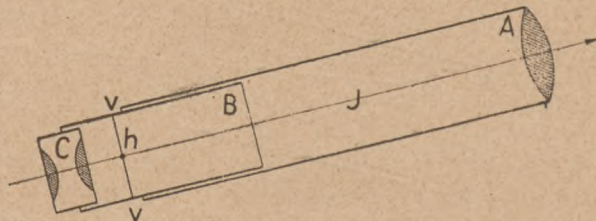
A h vízszintes szál és az objektív optikai középpontja által meghatározott síkot a távcső *vízszintes (horizontális) irány síkjának* mondjuk és S_h -val jelöljük.

Ha egy pontot úgy irányítunk be, hogy a pont látását közvetítő fősugár a vízszintes irány síkban van, azaz ha a pont képe rajta van a vízszintes szálon, akkor a pontot *függőleges (vertikális) értelemben beirányított*-nak mondjuk.

A két szál metszéspontja (K) és az objektív optikai közép pontja (O) által meghatározott egyenest a távcső *irányvonalának (kollimatio tengelyének)* nevezik. A távcső irányvonalát a következőkben állandóan J -vel fogjuk jelölni.

Az irányvonal nem azonos az *optikai tengellyel*, sem a távcső *mértani tengelyével*. A távcsövet készítő műszerész ugyan törekszik arra, hogy ez a három egyenes lehetőleg összeessen, de őket teljesen szigorúan azonosoknak venni nem lehet.

Ha a távcsövet úgy irányítjuk rá egy pontra, hogy a látását közvetítő fősugár az irányvonallal esik össze, vagyis ha a pont képe a szálak „ k ” metszéspontjában van, akkor a pontot *mindkét értelemben, azaz teljesen beirányított*nak mondjuk.

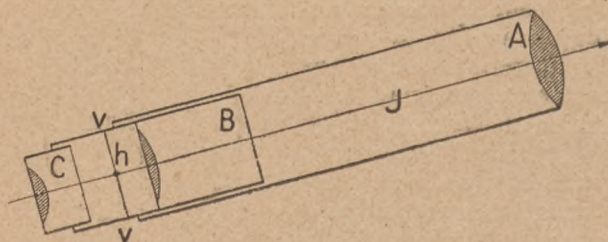


4. ábra. Geodéziai távcső Ramsden-okulárisal.

17. §. A geodéziai távcső szerkezete.

1. A távcső vázlatos ábrázolása.

A geodéziai távcső három csőből áll. A leghosszabb cső (A) az u. n. *főcső*, ez tartalmazza az objektívet. A második cső (B) a *szálcső*, ebben vannak az irányszálak. A harmadik cső (C) a *szemcső*, itt van az okuláris.



5. ábra. Geodéziai távcső Huygens-okulárisal.

Az okuláris rendszer két plankonvex lencséből van összetéve.

E plankonvex lencsék elrendezése szerint kétféle okulárist különböztethetünk meg, t. i. *Ramsden-félet és Huyghens-félet*.

A *Ramsden-féle* okulárisnál a két okuláris lencsének a szemcsőben való elhelyezése olyan, hogy domború oldalait fordítják egymás felé (4. ábra).

A *Huyghens*-féle okuláris egyik lencséje a szemcsőben, a másik a szálcsőben, a szálak előtt van (5. ábra).

A három cső az irányzás alkalmával végzendő beállítások miatt szükséges. A *C* csőnek a *B* csőben való mozgásával a szálaknak az okuláris által előállított képét állítjuk a kényelmes látás távolságába; a *B* és *C* csöveknek az *A* csőben való mozgásával pedig a szálakat a kép síkjába állíthatjuk, azaz a parallaxist tüntethetjük el.

2. Az irányyszálak.

Az irányyszálakat rendszeren a pók petéjének gubójából fejtett szálakból készítik. Az ilyen szálak nagyon elasztikusak, vastagságra teljesen egyenletesek, azonkívül tömöttek is úgy, hogy a távcsőben erős nagyítás mellett is, mint nagyon vékony, koromfekete szálak láthatók. Az egyedüli hátrányuk, hogy a nedvesség hatására kissé elernyednek, erős hőemelkedésre pedig annyira megfeszülhetnek, hogy elszakadás következhet be. A mi klimánk alatt jól használhatók, a trópusokon azonban nem.

Készítik a szálakat *kvarcból* is, *fémekből* is. A *kvarc-szál* igen kényes, a *fém-szál* pedig egyrészt sohasem olyan vékony mint a pók-szál, másrészt a korrozio miatt egyenlőtlené válhat, sőt tönkre is mehet.

Ujabbban igen elterjedtek az üvegre, gyémánttal karcolt, illetve a fluórral étetett vonások.

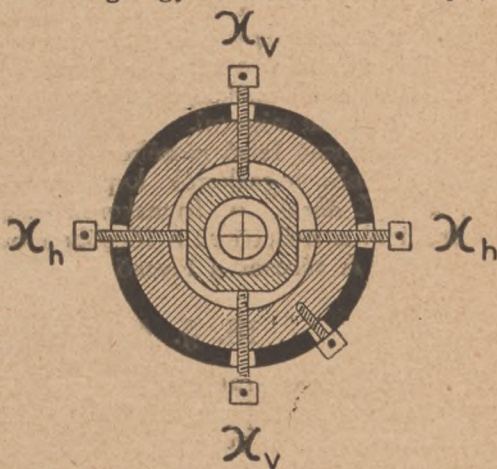
A szálvastagság 2μ és 6μ közt váltakozik a geodéziai műszereken.

3. A diafragmagyűrű. A szálkereszt igazító csavarjai.

A szálak közvetlenül nem a szálcsőhöz, hanem diafragmagyűrűhöz vannak erősítve (6. ábra). A diafragmagyűrű a szálcsőben — parányi módon — elforgatható, hosszanti irányban eltolható, továbbá ugyancsak parányi módon úgy föl és le, mint jobbra és balra elmozdítható. E mozgások a szálkereszt igazítására szolgálnak. A szálkeresztrel végezhető igazítások közül különösen fontosak:

1. a *függőleges* igazítás. Így nevezzük azt a mozgást, mely a szálkeresztet eredeti helyzetével parallel a függőleges szál irányában tolja el,

2. a *vízszintes* igazítás. Ez alatt azt a mozgást értjük mely a szálkeresztet saját síkjában a vízszintesszálirányában tolja el.



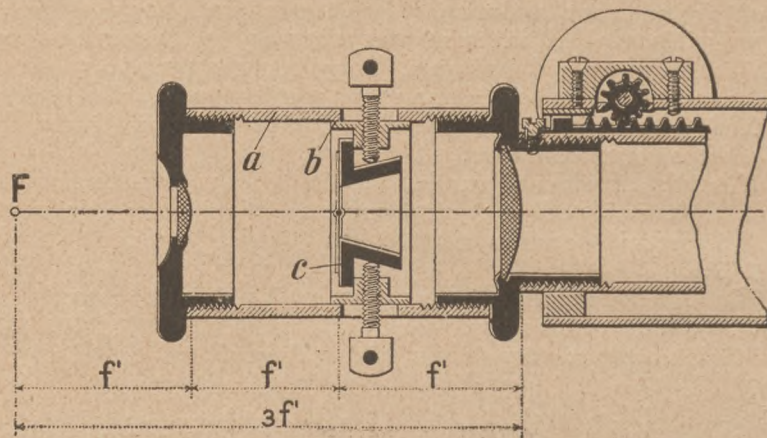
6. ábra. A diafragmagyűrű a szálkeresztrendszer igazító csavarjaival.

Az igazításra szolgáló csavarok közül a függőleges csavarokat (6. ábra) a szátkereszt *függőleges igazító csavarjainak* fogjuk nevezni s κ_v -vel jelölni. A vízszintes csavarok a szátkereszt *vízszintes igazító csavarjai* s jelük κ_h .

4. A szemcső és a szálcső mozgatására szolgáló berendezés.

A szemcsövet a szálcsőben, a szem- és szálcövet együttesen a főcsőben kell hosszanti értelemben elmozgatni.

A szemcső elmozgatása azért szükséges, hogy a különböző szemek a szálak képét beállíthassák a kényelmes látás távolságába. Az ehhez szükséges hosszanti elmozdulás a legkedvezőtlenebb esetben



7. ábra. A szemcső és a szálcső hosszmetezete (Huyghens-jele okulárrissal).

is csak néhány *mm*. Az elmozgatás, vagy egyszerű beljebb, vagy kijebebb tolással, vagy pedig be-, illetve kicsavarással történik.

A szálcsőnek a főcsőben való hosszanti mozgatása a parallaxis eltüntetése miatt szükséges. Ecélből már esetleg néhány *cm*-t kitevő elmozdítást kell végezni.

A szemcső felső részéhez (hosszanti irányban) *fogazott* rúd van erősítve. Ebbe fogaskerék kapaszkodik, mely a főcsőbe van csapágyazva (7. ábra). A fogaskerék szegélyezett tárcsával van ellátva; e tárcsával a szálcövet a főcsőben parányi módon előre-hátra mozgathatjuk. A tárcsát a távcső *parallaxis csavarjának* nevezzük.

18. §. A távcső használata.

Az irányzás csak akkor végezhető el, ha

1. a szálak képe a kényelmes látás távolságában van,
2. a szálak sikkja a pont képén megy keresztül, azaz ha nincs parallaxis.

A távcsővel való irányzás előtt a távcsövet elő kell készíteni.

Az előkészítés két műveletből áll, melyek közül az elsőt — az okuláris beállítását — egyazon észlelő egyszer és mindenkorra elvégezheti, a másodikat azonban, — a szálcső beállítását, vagyis a parallaxis eltüntetését — hacsak a beírányzandó pontok nincsenek egyenlő távolságban, illetve, ha nincsenek nagy távolságban, minden egyes írányzaskor külön-külön kell elvégezni.

a) Az okuláris beállítása.

A szálak képét huzamosabb időn keresztül jól és élesen csak akkor láthatjuk, ha az okuláris által előállított képük a szemünknek megfelelő kényelmes látás távolságában van. E beállítást az okuláris csőnek a szálcsőben való kijebb, vagy beljebb csavarásával érjük el (a közel-látó szemű beljebb, a távollátó szemű pedig kijebb csavarja).

Legcélszerűbb úgy elvégezni, hogy a távcsővel ráírányítunk egy részletek nélküli, jól megvilágított fehér felületre, valami fehér ház oldalára, az égboltra, vagy a távcső elé tartott papírdarabra s a szemcsövet kijebb-beljebb csavarva, kikeressük a szemcső amaz állását, mely mellett a szálakat legtisztábban, legélesebben, legfeketében látjuk.

b) A szálcső beállítása, vagy a parallaxis eltüntetése.

A szálcső helyes állású, vagyis parallaxis nincs, ha a szálak síkja keresztül megy a beírányzandó pont képén. Ezt megítélendő a pont képét, vagy a függőleges szál, vagy a vízszintes szál közelébe állítjuk s aztán szemünket az okuláris előtt kissé oldalt jobbra-balra, vagy kissé föl- és lemozgatjuk s nézzük, vajjon e művelet alatt a pont képének és a szálaknak relatív helyzete ugyanaz marad-e, vagy sem?

Ha a szem mozgatasakor a szál a képhez képest nem mozdul el, akkor a kép máris benne van a szálak síkjában, vagyis parallaxis nincs.

Ha ellenben a szem mozgatasakor szálmozgást látunk, akkor ez a parallaxis jele.

Ha a látszólagos szálmozgás a szem mozgatasával ellenkező értelmű, akkor a szálcsövet beljebb kell tolni, ha pedig egyező értelmű, akkor kijebb kell húzni.

19. §. A távcső nagyítása.

A távcső nagyítása alatt ama látószögek viszonyát értjük, amely alatt valamely tárgyat szabad szemmel és távcsővel látunk, tehát

$$N = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

Elegendő megközelítéssel mondhatjuk, hogy a nagyítás nem más, mint az objektív és az okuláris gyújtótávolságainak viszonyszáma

$$N = \frac{f_{\text{objektív}}}{f_{\text{okuláris}}}$$

A távcső nagyítása tehát függ az objektív gyújtótávolságától és az okuláris gyújtótávolságától. Ugyanazt a nagyítást különbözőképpen lehet elérni s viszont ugyanazon objektívvel is különböző nagyítást érhetünk el, ha más és más okulárist alkalmazunk. Ámde a nagyítás hasznos része mindig az, ami az objektívtől származik, mert ha az objektív gyöngye, akkor az általa előállított s szintén gyenge képet hiába nézzük erős nagyítóval, az a kép hibáit is nagyítja s éles képet nem fogunk látni. A távcsövek szerkesztésekor arra kell ügyelni, hogy a nagyítás valóban az objektívtől származzék, tehát nagy átmérőjű, nagy gyújtótávolságú objektívek alkalmazandók akkor, ha erősebb nagyításra törekszünk.

A geodéziai műszereken használatos távcsövek nagyítása az egyszerűbb műszereken

15—25

-szörös, a nagyobb műszereken

25—45

-szörös szokott lenni; 45-szörösnél erősebb nagyítású távcsövet geodéziai műszereken nem alkalmazunk.

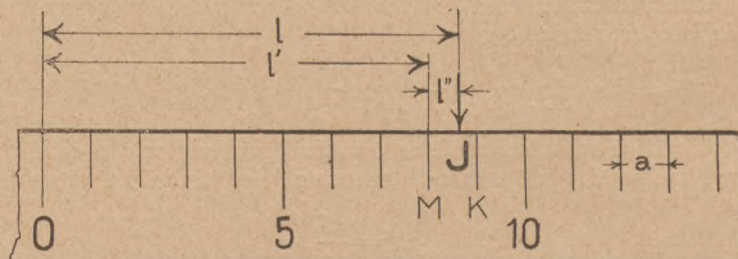
III. FEJEZET.

Leolvasó berendezések.

20. §. A leolvasás és részei.

A beosztás (skála) előtt mozgó index egyes helyzeteit leolvasásokkal jellemezhetjük, illetve rögzíthetjük.

Leolvasás alatt mindig *távolságot* kell értenünk s ennek megfelelően a leolvasás művelete lényegében mindig *távolság-meghatározás*.



1. ábra. A leolvasás és részei (egyenes beosztáson).

Valamely indexnek az állását valamely beosztáson (skálán) leolvasni annyit tesz, mint meghatározni azt a távolságot, mely az index és a beosztás kezdő (zérus) vonása közt van.

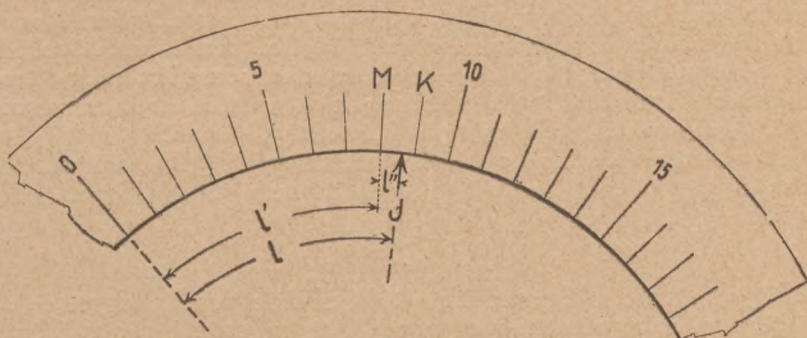
A meghatározás a távolságnak a beosztás legkisebb részeiben való kifejezéséből áll.

Az index általánosságban két beosztás-vonás közé esik; ezeket az indexet közvetlenül megelőző és az indexet közvetlenül követő beosztás-vonásoknak nevezzük (az 1. és 2. ábrán M és K).

A leolvasást mindig két részből — két távolságból — kell össze-
tenni.

A leolvasás első része az a távolság, mely a beosztás zérus vonása és az indexet közvetlenül megelőző beosztás-vonás között van (az 1. és 2. ábrán l'). Ezt a részt főbeosztás-leolvasásnak (főskála-leolvasásnak), körbeosztás esetén pedig limbusz-leolvasásnak szokás nevezni.

A leolvasás második része az a távolság, mely az indexet közvetlen megelőző beosztás-vonástól az indexig terjed (az 1. és 2. ábrán



2. ábra. A leolvasás és részei (körbeosztáson, vagy limbuszon).

l''). Ezt a részt csonka-leolvasásnak, vagy a meghatározás módját is kifejezve, becsült-, illetve noniusz-, illetve mikroszkóp-leolvasásnak nevezzük.

A két leolvasást együttesen az index illető állásához tartozó teljes leolvasásnak szokás nevezni (az 1. és 2. ábrán l). Eszerint

$$l = l' + l''$$

A leolvasás első részét — a főbeosztás-, vagy limbusz-leolvasást — a beosztásról egyszerű megszámlálással kapjuk meg.

A leolvasás második részét — a csonka-leolvasást — meghatározhatjuk:

1. becsléssel,
2. noniusszal,
3. leolvasó mikroszkóppal.

21. §. Becslés.

A becslés abból áll, hogy a csonka-leolvasásnak megfelelő távolságot szemmérték szerint kifejezzük a beosztás legkisebb részének (a -nak) tizedeiben. Szemmértékkel mérlegeljük az JM és JK távolsá-

gokat (1. és 2. ábra) és viszonyukat a teljes beosztáshoz s e vizsgálat eredményeként mondjuk ki, hogy az $l'' = M.J$ távolság a legkisebb beosztásrésznek hány tizedrésze.

A becslést legpontosabban a beosztásrész közepén végezhetjük (azaz az 5 tized becslhető legpontosabban), kevésbé pontos a beosztásrész negyedében és háromnegyedében (azaz a 3 tized és a 7 tized becslhető legkevésbé pontosan).

22. §. A noniusz.

1. A noniusz alapelve.

A noniusz maga is beosztás (segédbeosztás), melyet a főbeosztás síkjába helyeznek el. *Noniusz-beosztás esetén indexül a noniusz-beosztás zérussal* (kis beosztásokon nyíllal, vagy ponttal) *megjelölt kezdő vonása szolgál* (és nem a legelső vonás, mert később részletezendő okoknál fogva a noniuszon a 0 vonás előtt is szoktak beosztásvonások lenni). *Noniusz esetén tehát a teljes leolvasás alatt a főbeosztás zérus-vonásától a noniusz zérus-vonásáig terjedő távolság értendő.*

A noniusz-beosztás legkisebb beosztásrésze (b) nem azonos a főbeosztás legkisebb részével (a -val), hanem annál kisebb, illetve nagyobb

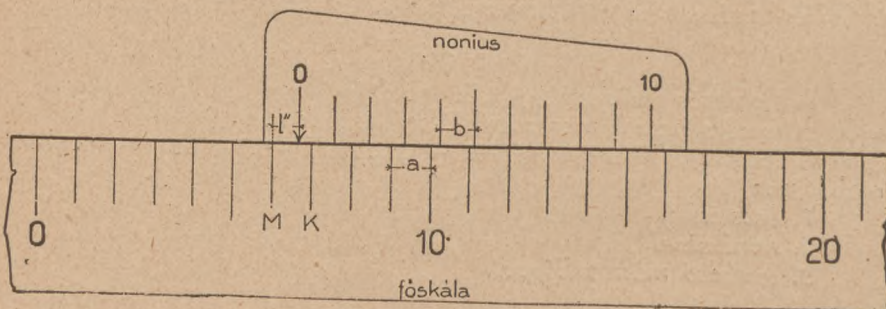
$$b \lesseqgtr a$$

ámde úgy, hogy a b egész számú többszöröse mindig egyenlő a főbeosztás legkisebb részének ugyancsak egész számú többszörösével, azaz

$$m a = n b$$

ahol mind az m , mind az n pozitív egész számot jelentenek.

Ha tehát a noniusz kezdő-vonása összeesik egy főbeosztásvonással, akkor az utolsó vonása is összeesik valamely főbeosztásvonással,



3. ábra. A noniusz.

vonással, hiszen a noniusz a fentiek szerint úgy készül, hogy a főbeosztásról $m a$ távolságot a noniuszra áttéve, ott azt n részre osztjuk.

A noniusz fenti alapegyenletéből következik, hogy egy főbeosztásrész és egy noniusz-beosztásrész közötti különbség

$$a - b = a \left(1 - \frac{m}{n} \right) = a \frac{n - m}{n} = \frac{a}{n} (n - m)$$

A gyakorlatban az m -nek csak két értéke szokásos, t. i. $m = n - 1$, illetve $m = n + 1$.

Ha az $m = (n - 1)$ -gyel, akkor a noniuszt $(n - 1)$ -es noniusznak, vagy egyértelmű noniusznak, ha $m = n + 1$ -gyel, akkor a noniuszt $(n + 1)$ -es noniusznak, vagy ellenkező értelmű noniusznak fogjuk nevezni.

Az $(n - 1)$ -es noniusznál

$$a > b$$

mert

$$a - b = + \frac{a}{n}$$

Az $(n - 1)$ -es noniusznál pedig

$$a < b$$

mert

$$a - b = - \frac{a}{n}$$

Mind a két noniuszra nézve

$$|a - b| = \frac{a}{n}$$

azaz egy főbeosztásrész és egy noniusz-beosztásrész közötti különbség abszolút értéke egyenlő a legkisebb főbeosztásrésznek és a noniusz osztásvonásai számának hányadosával. Ezt a mennyiséget $\left(\frac{a}{n} \right)$ -et a noniusz leolvasó képességének, érzékenységének, vagy pontosságának szokás nevezni.

A geodéziai műszereken úgyszólván kizárólag az $(n - 1)$ -es noniuszt alkalmazzák.

2. A noniusz használata.

A noniuszsal a noniusz zérus-vonásának távolsága az őt közvetlenül megelőző főbeosztás-vonástól határozandó meg. *E távolság meghatározása végett meg kell keresni a noniusz-beosztás ama vonását, amely legjobban összeesik egy főbeosztás-vonással (4. ábra).* Ha az x -edik noniusz-vonást találjuk összeesőnek, akkor a leolvasás második része

$$l'' = x(a - b) = x \frac{a}{n}$$

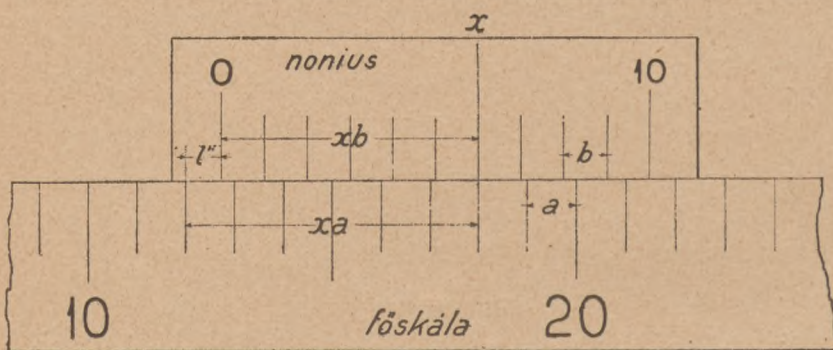
azaz, ha a noniuszon az x -edik vonás esik össze legjobban egy főbeosztás-vonással, akkor a leolvasás második része — a csonka leolvasás — egyenlő a noniusz leolvasó képességének $\frac{a}{n}$ -nek x -szeresével.

3. A noniusz vizsgálata.

A noniusz használatbavétel előtt a következő körülményekre nézve vizsgálándó meg:

a) Meg kell nézni, hogy a főbeosztás legkisebb része (a) mit jelent.

Egyenes beosztások esetén az „ a ” hosszúságot jelent, tehát hosszmértékben adandó meg. Körbeosztások (limbuszok) esetén „ a ”



4. ábra. A noniusz használata.

alatt a legkisebb beosztásrésznek megfelelő középponti szöget értjük, tehát szögmértékben fejezzük ki.

b) Meg kell nézni, hogy a noniusz $(n - 1)$ -es, vagy $(n + 1)$ -es-e?

Ez a vizsgálat egyszerűen végezhető el, mert ha a noniusz-beosztás számozása megegyezik a főskála számozásával, akkor a noniusz $(n - 1)$ -es, ha számozása ellenkező, akkor az $(n + 1)$ -es. (Ez utóbbi tulajdonság alapján szokás az első fajta noniuszt egyező értelmű, a második fajtát ellenkező értelmű noniusznak nevezni.)

c) Meg kell határozni a noniusz osztásrészeinek számát, n -et.

Az n megállapításakor bizonyos óvatossággal kell eljárni. A noniusz-beosztáson ugyanis gyakran bizonyos csoportosításban vannak az osztás-vonások s föléjük számok vannak írva. Az n szám megállapítását e számokra való tekintet nélkül a legkisebb beosztásrészek közvetlen végigszámlálásával kell megállapítani. A zérus-vonás fölött és az utolsó számozott vonás utáni noniusz-beosztásrészek természetesen nem veendőek számításba.

d) Meg kell állapítani a noniusz leolvasó képességét $\frac{a}{n}$ -et.

e) Meg kell vizsgálni, hogy a noniuszon a vonások csoportosítása és számozása mit jelent.

A noniusszal végzendő leolvasás *műveletileg* abból áll, hogy megszámloljuk, hogy hányadik vonása esik össze egy főbeosztás-vonással. A megszámlálás megkönnyítésére szokásban van a noniusz-vonásokat csoportosítani s a csoporthatárokat hosszabb vonásokkal kijelölni. A határvonásokra felírt számok a leolvasást megkönnyítik és meggyorsítják.

4. A noniusz használatának szabályai.

A noniusz használatakor — tekintve, hogy a gyakorlatban rendszeren kis, csak nagyítóval szemlélhető, sűrűn osztott beosztásokról van szó — bizonyos gyakorlati szabályokat kell szem előtt tartani, hogy a leolvasást biztosan s a szem túlságos igénybevétele és kifárasztása nélkül végezhesük el.

A gyakorlati szabályok az alábbiak:

a) Az összeeső vonás helye előre megbecsülendő.

Az összeeső vonás keresése a szemet erősen igénybe veszi és fárasztja, ezért az indexül szolgáló zérus-vonás helyének megbecsülésével előre megállapítjuk az összeeső vonás helyét. Ha az l'' -öt becsléssel x tizednek találjuk, akkor az összeeső vonás a noniusz-beosztás teljes tágasságának x tizedében lesz.

b) A megfigyelt vonásra merőlegesen kell nézni.

A főbeosztás és a noniusz-beosztás rendszeren nem érintkezik teljesen egymással, kis hézag van közöttük s így ha egyik oldalról nézünk, egészen más vonást fogunk összeesésben látni, mint ha a másik oldalról néznők. A két beosztás eme parallaxisának káros hatását csak azáltal lehet kiküszöbölni, ha mindig ugyanúgy, vagyis mindig merőlegesen nézünk a beosztásokra. A beosztásokat kicsiségük miatt rendszeren nagyítóüvegen át szemléljük, az ilyen nagyítók mozgatható módon vannak felszerelve s a leolvasás végzésekor úgy tartandók, hogy merőlegesen nézzünk a megfigyelendő vonásra.

c) A legjobban összeeső vonás a szomszédos vonásoknál mutatkozó eltérések vizsgálatával és mérlegelésével állapítandó meg.

Ha a noniusz osztás-vonásainak száma (n) kicsi, akkor egyszerű rátekintéssel gyorsan és biztosan állapítható meg a legjobban összeeső vonás. Ha azonban n nagy, akkor rátekintve, egyszerre több vonást látunk összeesőnek, amelyek közül a legjobban összeesőt nem tudjuk megállapítani, ha csak magánál a megfigyelt vonásnál levő eltérést vizsgáljuk. *Ilyenkor a megfigyelt vonáshoz szimmetriásan fekvő vonásoknál mutatkozó eltérések vizsgálándók.* Mivel a szem nagyon érzékeny annak eldöntésében, vajjon két eltérés közül melyik a kisebb, e szabály szem előtt tartásával teljes szabadsággal lehet megállapítani a legjobban összeeső vonást.

A kezdő, illetve a végső noniusz-vonás összeesésének megállapíthatása miatt a noniuszon fölös vonások is vannak a 0 vonás előtt és az utolsó számozott vonás után.

6. A szokásosabb noniusz-típusok.

A noniuszt minden fajta mérőműszeren alkalmazzák. A geodéziában megtaláljuk úgy a hosszmérő, mint a szögmérő műszereken, de természetesen csak olyankor, amikor a leolvasásban nem kell a szélső pontosságra törekedni. Néhány gyakrabban előforduló noniusz-típust az alábbiakban ismertetünk.

a) Hosszfelrakó vonalzóknak noniuszai.

A hosszfelrakó vonalzókon rendszeren mm beosztás van, a szokásos noniusz adatai:

$$a = 1 \text{ mm}$$

$$n = 10$$

$$\frac{a}{n} = 0,1 \text{ mm.}$$

b) Szögfelrakók (transporteur-ök) noniuszai.

Az egyszerűbb fajta szögfelrakókon szokásos noniusz a következő:

$$a = 30'$$

$$n = 15$$

$$\frac{a}{n} = 2'$$

A jobb fajtákon:

$$a = 30'$$

$$n = 30$$

$$\frac{a}{n} = 1' \text{ vagy pedig:}$$

$$a = 20'$$

$$n = 20$$

$$\frac{a}{n} = 1'$$

c) Szögmérő műszerek (teodolitok) noniuszai.

Kisebbsé teodolitokon (5. ábra):

$$a = 20'$$

$$n = 20$$

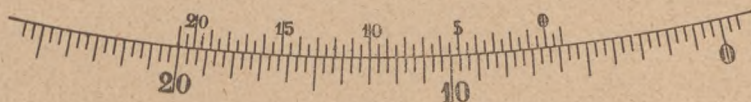
$$\frac{a}{n} = 1'$$



5. ábra. Teodolit-noniusz (egy perces).

vagy (6. ábra):

$$\begin{aligned} a &= 20' \\ n &= 40'' \\ \frac{a}{n} &= 30'' \end{aligned}$$



6. ábra. Teodolit-noniusz (harminc másodperces).

Nagyobb teodolitokon (7. ábra):

$$\begin{aligned} a &= 10' \\ n &= 60'' \\ \frac{a}{n} &= 10'' \end{aligned}$$



7. ábra. Teodolit-noniusz (tíz másodperces).

23. §. A leolvasó mikroszkóp.

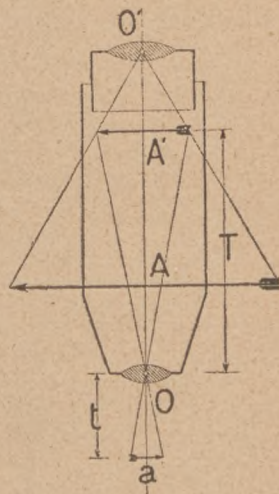
1. Egyszerű mikroszkóp.

Az egyszerű mikroszkópot (8. ábra) apró, szabad szemmel, vagy egyszerű nagyítóval nem jól látható tárgyak szemlélésére használjuk.

Az egyszerű mikroszkóp két lencséből áll.

A szemléendő tárgyat kis gyújtótávolságú objektívje elé úgy helyezzük, hogy a t tárgytávolság nagyobb legyen az objektívnek egyszeres, de kisebb a kétszeres gyújtótávolságánál.

E helyzet mellett az objektív a tárgy *reális*, *fordított* képét *nagyítva* állítja elő A' -ban, e képet aztán még jobban megnagyobbítjuk a szemlencsével (okuláris), mely A -ban létesíti a A' *virtuális* (ernyőn fel nem fogható) *egyenes*, *nagyított* képét. Az okulárist az objektív által előállított A' képtől olyan távol kell tartani, hogy az általa létesített *virtuális* kép a *tiszta látás távolságában* keletkezzék. Mivel az utóbbi különböző szemekre nézve különböző, azért az okuláris az objektív csövében (főcső) hosszanti irányban elmozdítható külön csőbe, a szemcsőbe helyezendő.



A vázolt szerkezetű mikroszkóp csupán 8. ábra. Egyszerű mikroszkóp.

nagyításra szolgál; ha leolvasásra akarjuk használni, még megfelelő mérő berendezéssel látandó el. Az ilyen speciális felszerelésű mikroszkópokat *leolvasó mikroszkópoknak* szokás nevezni.

A leolvasó mikroszkópok háromfélék lehetnek:

1. *becslő mikroszkópok,*
2. *beosztásos mikroszkópok,*
3. *mozgószálas mikroszkópok.*

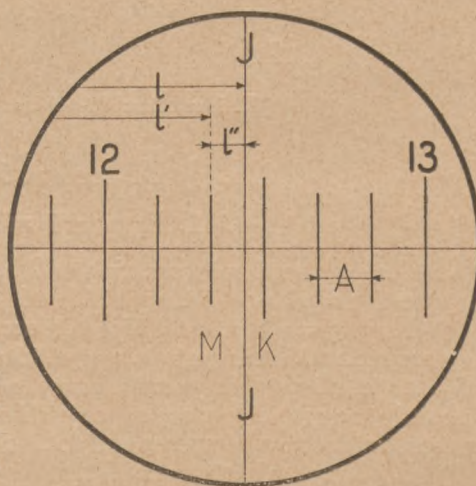
2. Becslő mikroszkóp.

A becslő mikroszkóp a közönséges mikroszkóptól csak abban tér el, hogy a képsíkban két egymást 90° alatt keresztező pókhálósál (szálkereszt) van (9. ábra). E szálak közül azt, amelyik párhuzamos a beosztás-vonásokkal, a *mikroszkóp indexszálnak* (röviden *indexének*) szokás nevezni.



9. ábra. Becslő mikroszkóp sematikus hosszmetéte.

A becslő mikroszkópot a főskálához képest úgy helyezik el, hogy beosztás-vonásainak képei az indexszálak síkjában keletkezzenek. Ekkor a mikroszkópba belenézve, látjuk a beosztás-vonásokat és látjuk az indexszálat. A meghatározandó l'' méretet becsléssel határozzuk meg, azaz szemmérték szerint kifejezzük azt a főskála legkisebb részének tizedeiben.



10. ábra. A becslő mikroszkóp látómezeje.

A keresztszál arra való, hogy az indexszálnak a beosztás-vonásokkal való nem paralelségéből származó hibát kiküszöböljük. Nevezetesen az l'' becslését mindig a keresztszálon kell elvégezni.

A becslő mikroszkóp látómezejét a 10. ábra mutatja. Ezen a főskála legkisebb része $10'$ -et jelent, úgy hogy a leolvasások a következők:

$$l' = 12^\circ 20'$$

$$l'' = 6'$$

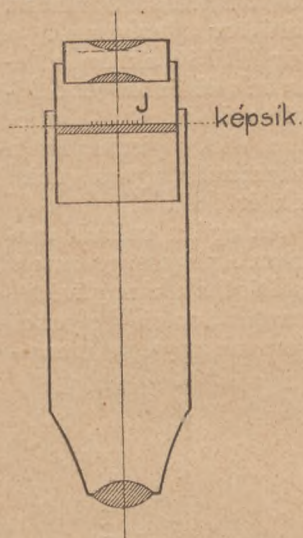
$$l = l' + l'' = 12^\circ 26'$$

3. A beosztásos mikroszkóp.

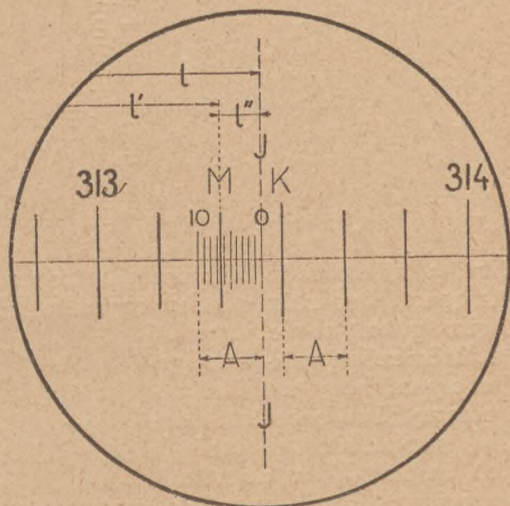
A beosztásos mikroszkóp elve az, hogy a főskála legkisebb részét egy a mikroszkópba helyezett skálával tovább osztjuk.

A leolvasó mikroszkóp három csőből áll (11. ábra). Az alsóban (főcső) van az objektív, a másodikban van egy üveglemez s ezen tíz közből álló beosztás (mikrométer-skála), a harmadikban pedig az okuláris talál helyet. A mikrométer-skála kezdővonása 0-sal van jelölve s ez a kezdővonás a mikroszkóp indexe.

A beosztásos mikroszkópot a főskálához képest úgy kell elhelyezni, hogy 1. a mikrométer-skála vonásai párhuzamosak legyenek a főskála-vonásokkal, 2. ne legyen parallaxis, azaz a főskála-vonások képei a mikrométer-skála síkjában keletkezzenek, 3. a legkisebb limbus-



11. ábra. A beosztásos mikroszkóp sematikus hosszmetsete.



12. ábra. A beosztásos mikroszkóp látómezeje.

osztásrész nagyított képe egyenlő legyen a mikrométer-skála tágaságával, azaz a kezdő és a végső vonásai közti távolsággal.

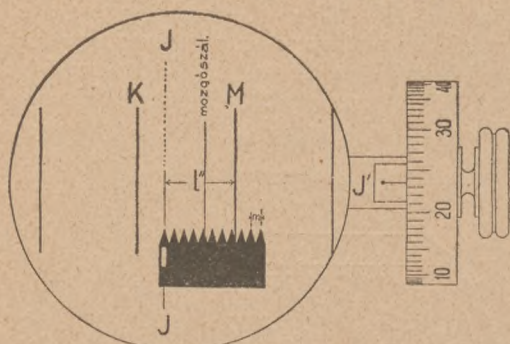
Ilyen elhelyezés mellett a mikroszkóp látómezejét a 12. ábra mutatja. A főskála legkisebb része rendesen 10' szokott lenni, tehát egy mikrométer-skálarésznek 1' felel meg s ennek a tizede is leolvasható becsléssel. Az ábrabeli állásnak megfelelő leolvasás

$$\begin{aligned} l' &= 313^\circ 20' \\ l'' &= 5,5' \\ l &= l' + l'' = 313^\circ 25' 30'' \end{aligned}$$

4. Mozgószálas mikroszkóp.

Mikrométercsavaros mikroszkópoknak is nevezik tekintve, hogy méréskor a szálat mozgató mikrométercsavar fontos szerepet játszik.

Alapelve az, hogy a leolvasás l'' részét mikrométercsavar segítségével mérjük meg. A mikroszkóp látómezejében (13. ábra), a beosztásokkal párhuzamosan, csavarral mozgatható szál van elhelyezve. A mozgató csavar kívül beosztott dobbal ellátott, ha ezen a beosztások száma n , a csavar egy menetének magassága pedig m , akkor a csavart egy beosztással tovább forgatva a szál $\frac{m}{n}$ hossz mérettel mozgott tovább. Ha pedig egy teljes körülfordatást végzünk a csavaron, akkor a szál eltolódása éppen m lesz. Ha tehát a szálát ráállítjuk először az indexre s utána a megelőző vonásra s ha minden ráállításkor leolvassuk a csavar állását, akkor a leolvasások különbségéből kiszámítható az l'' darab, feltéve, hogy ismerjük a csavar menet magasságának m -nek értékét.

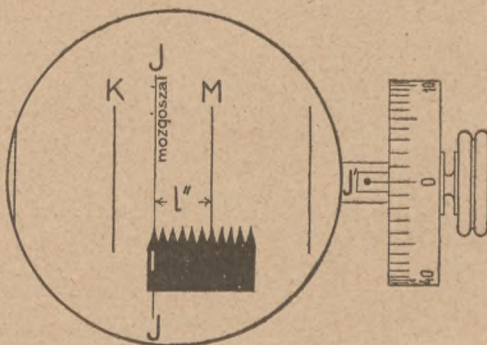


13. ábra. A mozgószálas mikroszkóp alapelve.

telére a mikroszkóp látómezejébe fogazott beosztást szokás helyezni. A fogazott beosztás minden egyes fogköze a csavar egy-egy menet magasságával m -mel egyenlő s a látómezőbe való behelyezése olyan, hogy a mikrométercsavar külső beosztott dobjával kapcsolatos mutató (a „dob index” J') a dobosztás 0 pontjára (kezdő pontjára) mutat, ha a mozgószál összeesik valamely csúccsal.

A mozgószálas mikroszkóp gyakorlati kivitelében külön indexre nincs szükség. Indexnek a mozgószál bármely állását vehetjük. A leolvasás gyorsítása céljából a mozgószál olyan állását választjuk mikroszkóp-indexnek, mely mellett a külső dob-index zérusra mutat.

Ezt a helyzetét — de természetesen csak közelítően — a fogazott beosztásokon is ki szokás jelölni, az egyik (kezdő) csúcs alatt létesített kör alakú, vagy ovális lyukasztással. Mikroszkóp-index a mozgószálnak ama helyzete, amelynél a szál a lyukasztással megjelölt csúcs felett úgy áll, hogy a külső dob-index a dobosztás 0 pontjára mutat (14. ábra).



14. ábra. A mozgószál az index-állásban.

A mikroszkóp-index állandóan csak megközelítő módon, a fogazott beosztás egyik, külön megjelölt csúcsával az indexcsúccsal van kijelölve; pontos helyzetét akkor kapjuk meg, ha a szálat e csúcs fölé állítjuk úgy, hogy a külső dob-index 0-on álljon.

A mikroszkóp-indexnek ilyen módon való megválasztása mellett a mikroszkóppal való leolvasás abból áll, hogy a mozgószálat a mikrométercsavarral ráállítjuk az indexet megelőző vonásra s leolvassuk a dob-index állását. E leolvasás (y) megadja a megelőző vonás távolát az öt közvetlen megelőző csúcstól. Most végigszámoljuk innen az index-csúcsig a teljes völgyek számát (x). Az l'' leolvasás a következő:

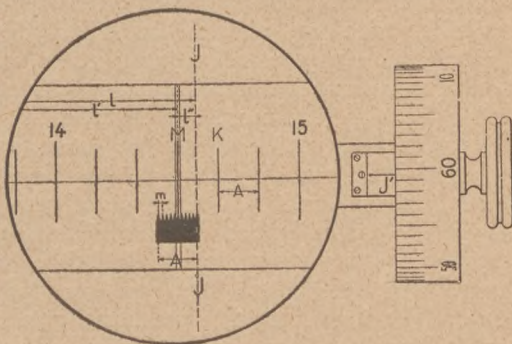
$$l'' = x m + y \frac{m}{n}$$

Az m értékét empirikusan — a főbeosztás felhasználásával — lehet meghatározni. A szálat ráállítjuk egymásután két szomszédos főbeosztás-vonásra s minden ráállítás után leolvassuk a mikrométercsavar állását. A legkisebb főbeosztás-részt „ a ”-t, elosztva a leolvasások különbségével, megkapjuk a csavar egy menetmagasságának m -nek értékét. Például, ha a leolvasások

3,452 és 13,561

voltak, továbbá egy főbeosztás-rész értéke $a = 10'$, akkor a csavar menetmagasságának értéke szögben kifejezve

$$m = 0,9892'$$



15. ábra. A mozgószálas mikroszkóp látómezeje.

A mikroszkóp nagyításának alkalmas megválasztásával könnyen el lehet érni, hogy a főbeosztás legkisebb a beosztásának nagyított képe A egyenlő legyen a csavarmenet-magasság valami egész számú többsével, azaz

$$A = r m$$

ez esetben a csavarmenet magasságának megfelelő érték

$$m = \frac{A}{r}$$

Például legyen $a = 10'$ és $r = 10$; ekkor egy csavarmenet-magasságnak $1'$ felel meg. Ha most a dobot 60 részre osztjuk, akkor egy rész $1''$ -et jelent. E részek még — a dobátmérő kellő megválasztása esetén — elég nagyok lehetnek arra, hogy a tizedeket jól becsülhessük, s így a leolvasást $0,1''$ pontossággal végezhetjük el.

Ilyen szerkesztésű mozgószálas mikroszkóp látómezejét mutatja a 15. ábra.

A leolvasás úgy történik, hogy a kettős szállal közrefogjuk a megelőző főskála-vonást (azt amelyik a fogazott skála fogai közé esik) s most az index-csúcstól kezdve megszámláljuk a teljes völgyek számát a megelőző vonásig (ez adja l'' -nek a perc-részét) s kívül a dobon leolvassuk a másodperceket s a tizedeit. Például az ábra-beli állásban

$$\begin{array}{r} l' = 14^{\circ} 30' \\ l'' = \quad 4' 59,6'' \\ \hline l = 14^{\circ} 34' 59,6'' \end{array}$$

24. §. A noniusz és a mikroszkóp összehasonlítása.

Mind a kettőnek vannak előnyös és vannak hátrányos tulajdonságai s ezért gyakran túlbecsülik egyiket a másik rovására.

A noniusz szerkezete nagyon egyszerű, tehát könnyen és olcsón készíthető, igazítása egyszer s mindenkorra elvégezhető, használatakor az összeeső vonást kell megkeresni, vagyis apró eltéréseket kell vizsgálni, amire az emberi szem kiválóan alkalmas. Ezekkel szemben hátrányai, hogy a főbeosztás és a noniusz-beosztás elkerülhetetlen parallaxisa miatt használata a szemet erőlteti, továbbá, hogy érzékenysége korlátozott, mert ha osztás-részeinek száma igen nagy, akkor használata rendkívül fárasztó, hosszadalmas és szemrontó.

A mikroszkóp használata mindig sokkal kényelmesebb és a szemet kevésbé erőlteti. Pontossága igen nagy; a szélső pontosság elérésekor csakis mikroszkópok jöhetnek szóba. Evvel szemben hátránya, hogy szerkezete komplikáltabb, tehát drágább, továbbá kényesebb, mert beállítása könnyen megváltozhat. (A pontosabb mérésre szolgáló mikroszkópok úgyszólván minden egyes alkalommal gondosan megvizsgálandók s ha kell igazítandók.)

III. RÉSZ.

A vízszintes mérés alpműveletei.

I. FEJEZET.

Pontok jelölése.

25. §. A jelző karó és használata.

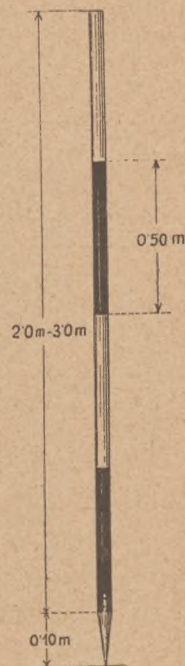
A vízszintes mérés szempontjából a pont és a függőleges egyenes *aequivalens* fogalmak. *Bármely pont megjelöltnék akkor tekinthető, ha fizikailag előállítunk egy függőleges egyenest, mely a ponton keresztül-megy.*

A pontok megjelölése, vagy *ideiglenes* — csak a mérés tartamára szóló — vagy *végleges*, azaz hosszú időre szóló lehet. A jelen fejezetben csak az alsó geodéziai gyakorlatban szokásos ideiglenes pontjelölést, nevezetesen a *jelző karóval* való jelölést tárgyaljuk.

A *jelző karó* (1. ábra) puha, göcsmentes, száraz fából, rendszeren fenyőfából készül. Külső felületének többszörös olajfestékréteggel való bevonása egyrészt a nedvesség behatolásának meggátlására való, másrészt arra, hogy a jelző karó messziről gyorsan és könnyen felfedezhető legyen. Ez utóbbi célból két színre szokták festeni, a régiebb színösszeállítás a *piros-fehér*, az újabb a *fekete-fehér*. A *piros-fehér* összeállítás kis távolságra feltűnő, de nagy távolságra már nem, mert a levegő a piros sugarakat erősen absorbeálja; ilyenkor jobb a *fekete-fehér* sávozás. 1. ábra. A jelző karó.



2. ábra. A jelző karó keresztmetszete.



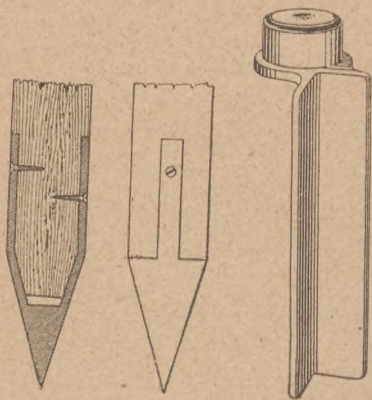
1. ábra. A jelző karó.

A színsávoknak lehetőleg széleseeknek kell lenniök, ha azt akarjuk, hogy a jelző karó könnyen felfedezhető legyen. A célszerű sáv-szélesség 50 cm.

A jelző karó keresztmetszetének olyannak kell lennie, hogy bárhonnan nézve, a látott felület felező vonala a jelző karó tengelyével fedésben legyen. Rendesen 3–6 cm átmérőjű, körkeresztmetszetű karókat szoktunk használni (2. ábra).

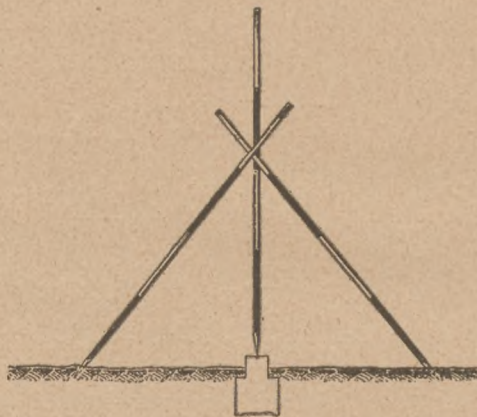
A jelző karó hossza 2–2,5–3,0 m szokott lenni. Ennél hosszabb karókat csak kivételesen alkalmaznak.

A jelző karót alul kovácsolt vassaruval kell felszerelni. A jó sarunak a fa kiszáradása után sem szabad a karón lötyögni. Ezt



3. ábra. A jelző karó saruja.

4. ábra. Karó-állító libella.



5. ábra. Kitámasztott jelző karó.

könnyen elérhetjük, ha a pántos sarut alkalmazzuk s ha a pántokat több csavarral erősítjük a fához (3. ábra).

A jelző karót kétféleképpen használhatjuk, t. i. vagy a földbe szúrva, vagy a végleges pontjelölés fölött tartva. Mind a két esetben gondosan kell ügyelni arra, hogy a jelző karó függőleges legyen.



6. ábra. Karó kapcsoló gyűrűpár.

A függőlegessé tételt vagy függővel végezzük (két egymásra közel merőleges irányból kell nézni, hogy a jelző karó párhuzamos-e a zsinórral), vagy karóállító libellával (4. ábra).

Ha a karót kemény talajon akarjuk használni, ahol a talajba nem szúrhatjuk be, vagy ha a karót meglévő állandó pontjelölésen kell tartani (5. ábra), akkor a karót három más karóval kitámasztjuk. A kitámasztó karókat karókapcsoló gyűrűpárokkal (6. ábra) erősítjük a pontot jelző karóhoz.

II. FEJEZET.

Egyenes vonalak kitűzése.

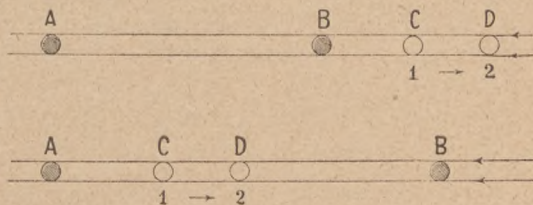
26. §. Beintés és beállítás.

A vízszintes mérés szempontjából a függőleges és az egyenes egymást fedő fogalmak; ha két függőlegesen álló jelző karót tűzünk le, azok függőleges sítot, illetve a vízszintes mérés szempontjából egyenest határoznak meg.

A gyakorlatban azonban az egyenes vonal kitűzése alatt nem az egyenes két végpontjának függőleges jelzőkarók letűzésével való megjelölését, hanem azt a műveletet értjük, amikor a két jelző karó egyenesében újabb jelző karókat helyezünk el.

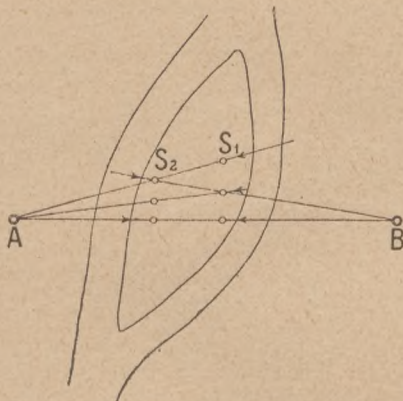
Az ilyen értelemben vett egyenes-kitűzés kétféle lehet aszerint, amint a kitűzendő pont a AB egyenes meghosszabbításában van, vagy pedig a A és B pontok között van. Az első esetben a feladatot beállítással oldjuk meg, az utóbbi esetben pedig beintéssel.

A beállítást segéd nélkül végezhetjük el. A beállítandó C , vagy D jelző karót magunk előtt könynyedén tartva, lógatjuk a



1. ábra. Beállítás és beintés

levegőben s addig visszük jobbra-balra, míg széleit a A és a B karók közös szélső érintő síkjai irányában nem látjuk (1. ábra, felül). Ha nemcsak egy, de több jelző karót kell beállítani, akkor a beállítást az egyeneshez legközelebb állóval kell kezdeni.



2. ábra. Egyeneskitűzés segédkarókkal.

(s nem kiabálással), nagyobb távolságban kendő, vagy kis zászló lobogtatásával végezzük.

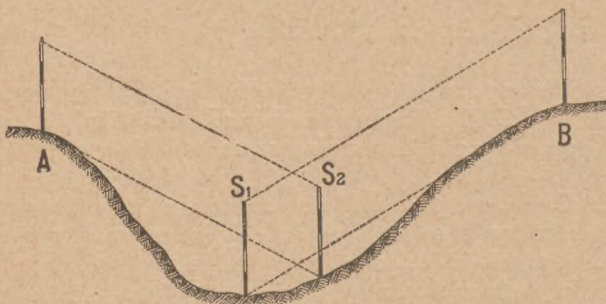
A beintéshez segéd is kell (a geodéziai gyakorlatban a segédkező munkásokat *figuráns*nak szokás nevezni). A beintéskor elmegyünk az A , vagy B jelző karó mögé 5–6 m-re; a beintendő karót a segéd veszi át s az egyenes megfelelő helyén könynyedén lógatva tartja. Az A és a B szélső érintő síkjait figyelve, addig intünk a segédnek, amíg a beintendő karó széleit fedésben látjuk az A és B szélső érintő síkjaival (1. ábra, alul).

A beintést karunk felemelésével

27. §. Egyenes-kitűzés segédkarókkal.

Az egyenes két pontja közé egy újabb pontot csak beintéssel lehet közvetlenül beiktatni, vagyis csak úgy, hogy el kell mennünk

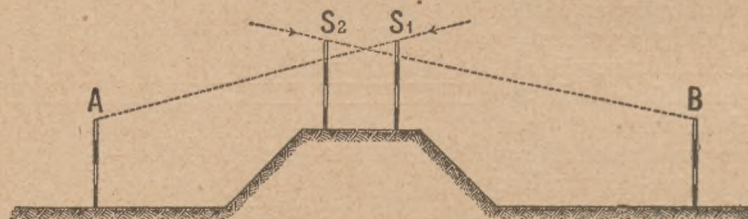
a A , vagy a B pont mögé; ámde segédkaró alkalmazásával a feladat beállítással is megoldható, de csak fokozatos közeledéssel.



3. ábra. Egyeneskitűzés mélyedésben.

karót közelítőleg az egyenesbe állítjuk s a S_2 -öt beintjük a S_1 A egyenesbe. Ezután a S_2 mögül az S_1 -et intjük be a S_2 B egyenesbe. E műve-

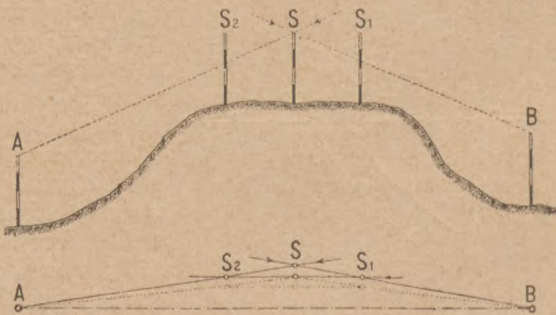
A 2. ábrán feltüntetett példán a AB egyenes szigeti szakaszán akarunk pontot kijelölni, de anélkül, hogy a szigetről eltávoznánk. A S_1 jelző



4. ábra. Egyeneskitűzés töltésen át.

leteket addig folytatjuk, míg a S_1 mögül nézve a S_2 -öt a S_1 A egyenesben, a S_2 mögül nézve a S_1 -t a S_2 B egyenesben nem látjuk.

A segédkarókkal való kitűzés alkalmazandó olyankor is, amikor a beintés közvetlen nem végezhető el, vagy a nagy magasságkülönbség miatt (3. ábra, ahol a mélyedésben kitűzendő jelző karó nem nyúlik be az AB síkba), vagy kilátási akadály miatt (4. ábra, ahol az árvédelmi töltésen beintendő pontot közvetlenül beinteni nem lehet, mert a A és a B jelző karók egymásból nem láthatók).



5. ábra. Egyeneskitűzés hegyn át.

Ha a kilátásbeli akadály nagyon széles, akkor nem két, de három segédkarót alkalmazunk s az 5. ábrán feltüntetett módon végezzük el a kitűzést.

28. §. Példa sajátosabb jellegű egyenes-kitűzésre.

Az egyenes kitűzése a térszínen fellépő akadályok miatt esetleg nagyon körülményes lehet, olyan t. i., mely más mérő műveleteket (hosszmérést, szögkitűzést stb.) is megkíván. Ilyen esetre való példa gyanánt, az erdőn keresztül való egyenes-kitűzést fogom tárgyalni.

Az AB egyenes keresztülhalad valamely erdőn, feladatunk az, hogy az erdőben is meghatározzuk és kitűzzük néhány pontját. A feladat megoldása fairtas nélkül végzendő.

A legelső teendő az egyenes vonal *közelítő irányának* meghatározása. A B pont mellett tüzet gyújtunk s nappal a füst iránya, este a láng píra vehető közelítő iránynak. A közelítő irányon addig me-



6. ábra. Egyeneskitűzés erdőn át.

gyünk az erdőbe, amíg azt fairtas nélkül tehetjük, a 6. ábrabeli példán a F pontig. Ezután a *közelítő irányt* önmagával *parallel eltoljuk* úgy, hogy olyan *újabb irányt* kapjunk, melyen megint jó messzire be lehet menni az erdőbe fairtas nélkül. A *parallel-eltolást* úgy végezzük, hogy az AF egyenes két alkalmas pontjában E -ben és F -ben merőlegest tűzünk ki valami szögkitűző eszközzel s mind a két merőlegesre ugyanazt az e távolságot mérjük fel szalaggal, vagy léccel. Az e méret úgy választandó, hogy az eltolt GH egyenesen messze lehessen haladni.

A 6. ábrabeli példán felteszem, hogy már az első *parallel-eltolás* egyenesén kijutunk az erdőből. Az erdőn kívül felkeressük a B pont J talppontját a GH egyenesen s megmérjük az a távolságot.

Ezekután a GE és FH egyenesen fekvő C és D pontok egyszerű módon tűzhetők ki. Ugyanis kiszámíthatjuk úgy a EC , mint a FD távolságokat s ezeket a EG , illetve HF egyenesekre felrakva, megkapjuk a keresett C és D pontokat.

Hasonló háromszögek alapján

$$\overline{EC} : \overline{AE} = (a - e) : \overline{AK}$$

és

$$\overline{FD} : \overline{AF} = (a - e) : \overline{AK}$$

Ha tehát lemérjük az AE , EF és HJ távolságokat is, úgy az EC és a FD a fenti képletekből kiszámíthatók.

Hasonló párhuzamos eltolás végzendő akkor is, ha a kilátásbeli akadály nem fa, hanem valami építmény, mely megkerülhető.

III. FEJEZET.

Állandó nagyságú — különösen 90° -os — szögek kitűzése.

29. §. A szögkitűzőkről általában.

Bár szögek kitűzésére a szögmérés műszere, a *teodolit* is felhasználható, a geodéziai gyakorlatban külön, egyszerű szerkezetű s kényelmes és gyors használatú műszereket is szerkesztenek bizonyos nagyságú szögek kitűzésére. Ezeket tehát az jellemzi, hogy csak egy bizonyos szögnek, főleg derékszögnek kitűzésére valók, továbbá, hogy pontosságuk korlátolt, t. i. a szögeket mintegy $\pm 2'$ középphibával tűzik ki.

A szögkitűzők lehetnek:

1. szögdioptrák,
2. szögtükrök,
3. szögprizmák.

30. §. A szögdioptra.

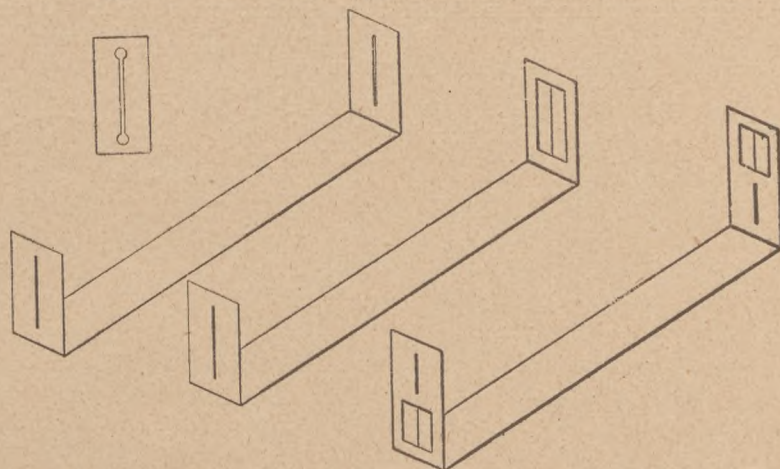
1. A szögdioptra alapelve.

A szögdioptra két, egymáshoz megfelelő módon kapcsolt egyszerű dioptrából áll.

Az egyszerű dioptra irányzásra szolgáló műszer. Két lemezből áll, amelyek egymással párhuzamosan talplemezhez erősítettek. (1. ábra.) A lemezeken — egymással ugyancsak párhuzamosan — keskeny ($0,5-1,0$ mm széles) rések vannak. Ha a rés-szélességtől eltekintünk, a két rés síkot határoz meg s ha szemünkkel a két résen egyszerre nézünk át, úgy a látott tárgyak e sík irányában látszanak.

Az egyszerű dioptra három alakban szokásos. Az első alakja a kettős réses dioptra (1. ábra), mely megfelel a fenti leírásnak. A második alakja az irányszálas dioptra (2. ábra), melynél a tárgyrés helyett irányszálat találunk. Előnye, hogy a beirányzandó tárgy felkeresése

gyorsan megy, de hátránya, hogy csak az egyik oldalról lehet irány-



1. ábra. Kettős réses dioptra.

2. ábra. Irányszálas dioptra.

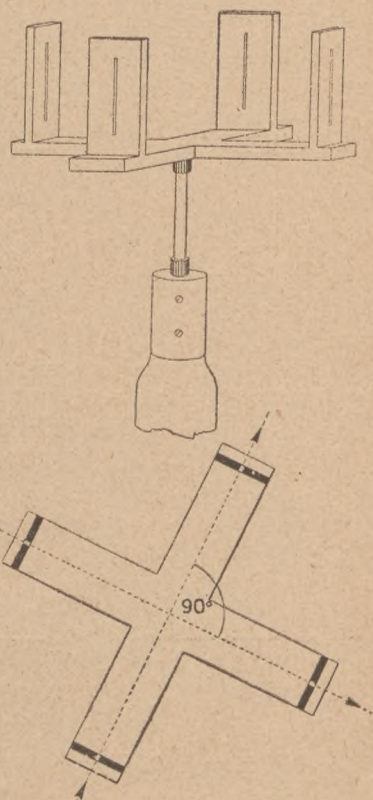
3. ábra. Amfi-dioptra.

zásra használni. Harmadik alakja az amfi-dioptra (3. ábra), mely voltaképpen két egymásfölé helyezett irányzálas dioptrából áll, amely tehát mind a két oldalról használható irányzásra.

A szögdioptra két egyszerű dioptra olyan módon való egybekapcsolása, hogy a dioptrák meghatározta irány-síkok egymással a kitűzendő szöget zárják be. Alapelve jól látható a 4. ábrából, mely a kereszt alakú szögdioptrát mutatja be. A két egyszerű dioptra ugyanazon — alaprajzban kereszt alakú — alapllemezen van úgy, hogy iránysíkjai merőlegesek az alapllemezen s egymással 90° -ot (illetve a kívánt szöget) zárnak be.

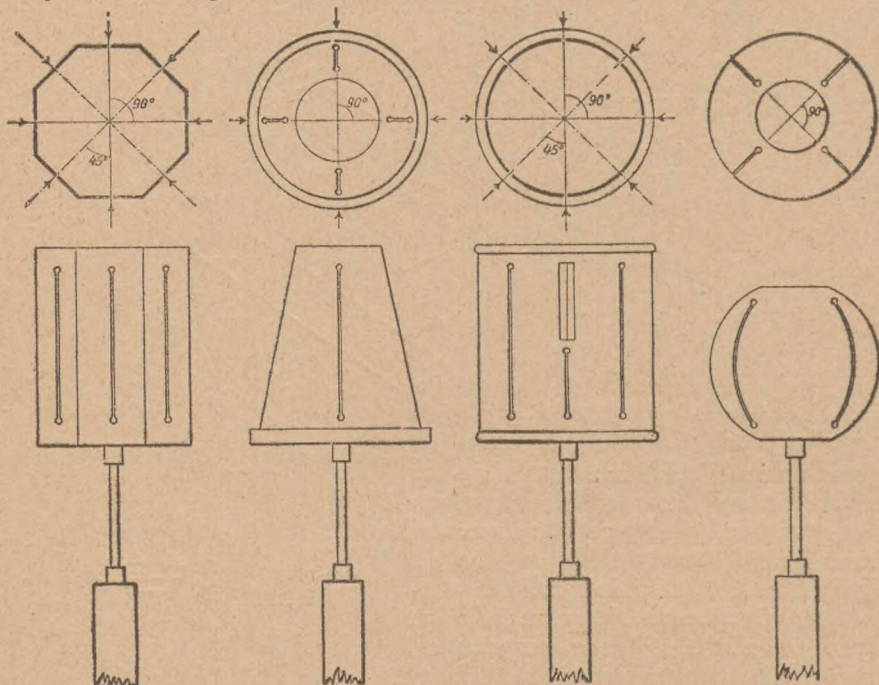
A szögdioptrát botra szerelik, gondoskodva arról, hogy a dioptra-síkok metszéspontja azonos legyen a bot tengelyével; ilyen készítés mellett a botot függőlegesen tartva, a kívánt szöget a vízszintes síkban tűzzük ki.

A szögdioptra különböző alakban fordul elő; van kereszt alakú (4. ábra), hasáb alakú (5. ábra), henger alakú (7. ábra), kúp alakú (6. ábra) és gömb alakú (8. ábra). Közülük a



4. ábra. Kereszt alakú szögdioptra

kereszt alakú, továbbá a gömb alakú a legkevésbé szilárd szerkezetűek, ütődésekre deformálódhatnak és tönkre mehetnek. A hasáb, a kúp, a henger és a gömb alakú szögdioptrák közül a legmeredekebb irányzásokat a gömb alakúval lehet végezni.



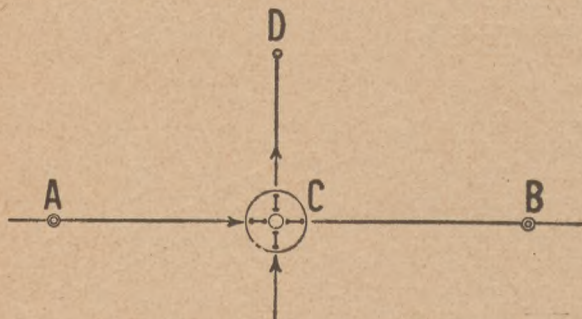
5. ábra. Hasáb alakú szögdioptra.

6. ábra. Kúp alakú szögdioptra.

7. ábra. Henger alakú szögdioptra.

8. ábra. Gömb alakú szögdioptra.

A szögdioptrákat rendszeren 90° kitűzésére készítik, de gyakran találunk olyanokat is, melyek 45° -ot és annak többszöröseit tűzik ki.



9. ábra. Derékszög kitűzés szögdioptrával.

2. A szögdioptra használata.

A szögdioptrát, valamint a többi szögkitűzőt is két feladat megoldására használjuk, t. i. 1. derékszög kitűzésre és 2. talponti keresésére.

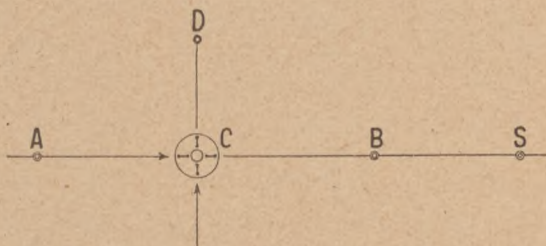
A derékszög kitűzés feladata abból áll, hogy a A és a B függőlegesen álló jelző

karókkal kitűzött egyenes megadott C pontjából egy D karó in-

tendő be úgy, hogy a C pontból a AB egyenesre vonható merőlegesben legyen (9. ábra).

A feladat megoldása azzal kezdődik, hogy a szögdioptra botját a C pontban a földbe szúrjuk s függőlegesre állítjuk. Ezután a szögdioptrát tájékozzuk a AB egyenesre, vagyis úgy forgatjuk el, hogy az egyik réspáron át nézve a A , vagy a B jelző karót lássuk a tárgyrés közepén. A szögdioptra tájékozásával a szögdioptra egyik irány-síkját a AB függőleges irány-síkkal fedésbe hoztuk, ennél fogva a másik irány-síkja a AB -re merőleges irányt tűzi ki. Ha tehát egy D karót úgy intünk be, hogy azt a másik réspár tárgyrésének közepén látjuk, akkor a D az egyenesre merőleges irányba, vagyis a derékszög irányába jut.

A talppont keresés feladata abból áll, hogy valamely A és B függőlegesen álló jelző karókkal megadott egyenesen egy kívül fekvő s ugyancsak függőleges jelző karóval megjelölt D pont talppontját, vagyis belőle az egyenesre bocsátott merőleges metszéspontját kell megállapítani. A feladat gyorsan és kényelmesen csak akkor oldható meg, ha az egyenesen a A és B pontokon kívül még egy (vagy több) segédpont is van. A 10. ábrán a segédpontot S -sel jelöltük.



10. ábra. Talppont keresés szögdioptrával.

A szögdioptra botját felül könnyedén fogva az egyenesre merőleges irányban addig haladunk, míg az egyik dioptrán átnézve a B és S karó-

kat a tárgyrés közepén fedésben látjuk. Most a szögdioptra botját leszúrjuk, a szögdioptrát újra tájékozzuk s nézzük, vajjon a másik dioptra a D jelző karóra mutat-e? Ha nem mutat oda, akkor a látszólagos eltérésnek megfelelően az egyenes irányában tovább visszük a szögdioptrát, leszúrjuk a botját, tájékozzuk s megnézzük, vajjon már a D -re mutat-e?

A feladat megoldásának leírása is sejteti, hogy a szögdioptrával a talppont keresést csak hosszadalmas közeledéssel végezhetjük el.

3. A szögdioptra vizsgálata.

A szögdioptra használatbavétel előtt megvizsgálandó a) hogy az irány-síkjai függőlegesek-e akkor, amikor a botja függőleges, b) hogy azt a szöget tűzi-e ki, melynek kitűzésére hivatva van. Mind a két vizsgálat ugyanazon szögdioptrára nézve csak egyszer végzendő el.

a) Az irány-síkok függőleges voltának vizsgálata.

A szögdioptra botját leszúrjuk a földbe s függővel, vagy karó állító libellával gondosan függőlegessé tesszük. Ezután a szögdioptra

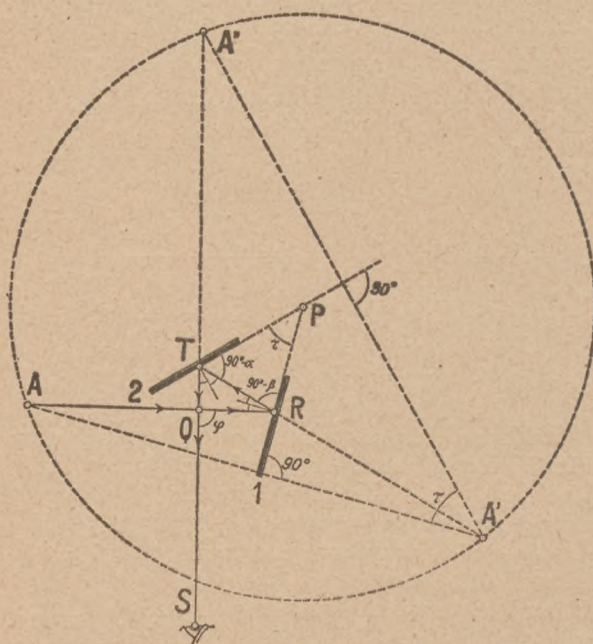
előtt 4–5 m-re függőt helyezünk el s az egyes dioptrákat egymásután a függő zsinórjára irányítjuk. Ha a függő zsinórja párhuzamos a tárgyréssel, akkor az iránysíkok függőlegesek s így a műszer rendben van; ha nem párhuzamos, akkor a szögdioptrának a botra való felerősítése változtatandó meg lefaragással, vagy kiékeléssel.

b) A kitűző szög vizsgálata.

A szögdioptrát majdnem kizárólag derékszög kitűzésére használjuk, tehát az vizsgálandó meg, vajjon derékszöget (90° -ot) tűz-e ki?

Kitűzünk egy egyenest A és B jelző karók segítségével s ezek között, tőlük lehetőleg egyenlő távolban, gondosan kijelöljük az egyenes vonal egy C pontját. A szögdioptra botját C -nél beszúrjuk a földbe s gondosan függőlegessé tesszük. Most a szögdioptra egyik

iránysíkját az egyenesre tájékozunk s a másikkal kitűzünk egy D_1 karót. Ezután a másik dioptrát állítjuk be az egyenesbe s az elsővel tűzünk ki egy D_2 karót. Ha a szögdioptra rendben van, akkor a D_1 és D_2 azonos egymással, ellenkező esetben a műszer hibás s hasznavehetlen.



11. ábra. Sugármenet kettős sík tükrözés esetén.

sík egymással nem párhuzamos, hanem egymáshoz τ szög alatt hajolnak.

Igazolni lehet, hogy az ilyen tükrrendszer alkalmas 2τ nagyságú szög kitűzésére (azaz ha $\tau = 45^\circ$, akkor derékszög kitűzésére).

A 11. ábrán 1 és 2 jelöli a két tükrözés vízszintes metszetét s P pont felel meg a tükrözés sík metszéspontjának. Ha az 1 tükrözés előtt valamely A világító pontot képzelünk, akkor az 1 síktükrözés annak képét A' -ben állítja elő. A tükrözés törvényei szerint AA' és AA' egymással egyenlők. Mivel a 2 tükrözés az 1 felé tükröz, azért ránézve az

31. §. A szögtükör.

1. A szögtükör alapelve.

A szögtükör két síktükörből áll, amelyek tükröző felületeket egymás felé fordítják. A két tükrözés

1 tükörben jelentkező képek, mint tárgyak szerepelnek s azoknak újabb, kettős tükrözésű képét állítja elő. Az A' tükörképe A'' -ban fog keletkezni úgy, hogy $A'2 = A''2$. A tükörrendszer által előállított kettős tükrözésű kép tehát A'' lesz.

A kettős tükrözésű képet *állóképnek* szokás nevezni azért, mert a tükörrendszernek a P körül való forgatása a helyzetén nem változtat. Ugyanis az $AA'A''$ $\angle = \tau$, azaz e szög állandó. Ha tehát a tükörrendszert elforgatjuk, az A' elmozdul de úgy, hogy új helyzetében belőle az A és A'' felé húzott egyenesek ismét τ szöget zárnak be. Ez azonban csak úgy lehet, ha az AA'' ív állandó értékű. Ámde, mert az ív egyik végpontja (a A) nem vesz részt a forgásban, az csak akkor következhet be, ha a másik végpontja (A'') is mozdulatlan.

A kettős tükrözésű kép eme sajátága alapvető fontosságú, mert ez teszi lehetővé azt, hogy a műszert szögkitűzésre lehet felhasználni. Ha a tükörrendszer előtt állva a 2 tükörbe nézünk, akkor a S -ben levő szem a kettős tükrözésű képet a SA'' irányban fogja látni. Ennélfogva az A közvetítő fénysugár egyes szakaszai az AR (érkező szakasz) RT (tükrök közti szakasz) és TS (távozó szakasz) lesznek.

Igazolható, hogy az érkező és a kettős tükrözés után visszaverődő sugarak szöge állandó és egyenlő a tükrök nyílásszögének kétszeresével, azaz

$$\varphi = 2\tau$$

A φ szög alatt a Q metszéspont körüli ama szög értendő, melynek két szárán a fénysugár haladási értelme ugyanaz.

E tétel egyszerűen igazolható. A φ külszöge a QTR háromszögnek, tehát

$$\varphi = 2\alpha + 2\beta = 2(\alpha + \beta) \quad \dots \dots \dots (1)$$

A PTR háromszögből pedig

$$\tau + (90^\circ - \alpha) + (90^\circ - \beta) = 180^\circ$$

azaz

$$\tau = \alpha + \beta \quad \dots \dots \dots (2)$$

Ennélfogva

$$\varphi = 2\tau$$

Ha tehát

$$\tau = 45^\circ, \tau = 30^\circ, \tau = 22,5^\circ \text{ stb.}$$

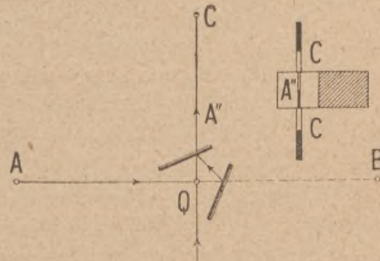
akkor

$$\varphi = 90^\circ, \varphi = 60^\circ, \varphi = 45^\circ \text{ stb.}$$

vagyis a kettős tükrözés után távozó sugár az érkező sugárhoz 90° , 60° , 45° stb. alatt hajlik.

A kettős tükrözés tehát felhasználható állandó szögek kitűzésére.

Ha például a AB egyenes valamely pontjában a derékszöget akarjuk kitűzni (12. ábra), akkor a 45° -ot bezáró kettős tükröt úgy helyezzük

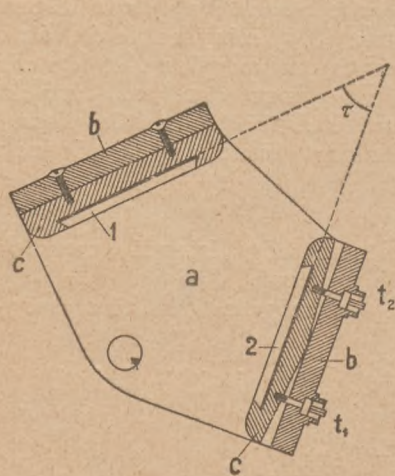


12. ábra. A szögtükör használata.

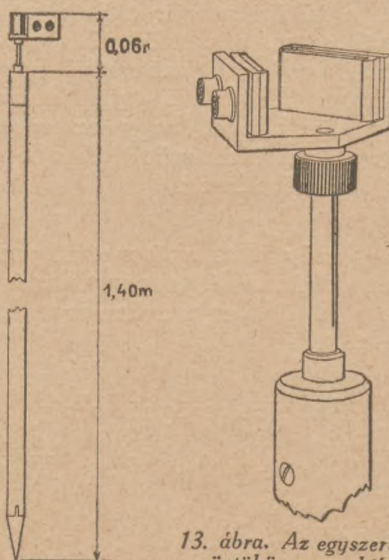
el a pont fölé, hogy a sugarak Q metszéspontja jusson a pont fölé. A tükörbe az alsó nyíl irányából nézve, a A karó kettős tükrözésű képét (A'') az egyenessel 90° -ot bezáró irányban látjuk s így ha az elhelyezendő C karót addig intjük, míg a tükör fölött (vagy alatta) elnézve azt a A kettős tükrözésű képének meghosszabbításában látjuk (12. ábra), akkor a C karó benne van az egyenesre merőleges irányban.

2. A vetítési hiba.

A szögtükörrel való szögkitűzés csak akkor szabatos, ha a sugarak Q metszéspontja áll ama pont függőlegesében, melyből az illető meghatározott nagyságú szög kitűzendő. Ezért a tükörrel kapcsolatos vetítő bot úgy volna a tükröző szerkezethez erősítendő, hogy tengelye a Q pontban legyen. Ámde a Q pont nem állandó pont, helye függ a szemnek és a tükörszerkezetnek helyzetétől, tehát



14. ábra. Az egyszerű szögtükör vízszintes metszete és nézete (a bottal).



13. ábra. Az egyszerű szögtükör perspektív rajza.

szemünket elmozdítva, vagy a tükröt elforgatva, a látást közvetítő sugárrendszer s vele a Q pont is megváltozik.

A tükröző műszereket a vetítő bottal úgy kapcsolják, hogy a bot állandóan a szerkezet ugyanazon pontját vetítse le. Az ebből eredő hibát nevezzük *vetítési hibának*. A vetítési hibát kisebbíthetjük egyrészt az állandó vetítési pont alkalmas megválasztásával, másrészt a tükröző szerkezet méreteinek kicsinyítésével. Könnyen elérhető, hogy a vetítési hiba $1,5\text{ cm}$ -nél kisebb, azaz elhanyagolható legyen.

3 A szögtükör szerkezete.

A szögtükör vízszintes metszetét a 14. ábra, perspektív rajzát pedig a 13. ábra mutatja.

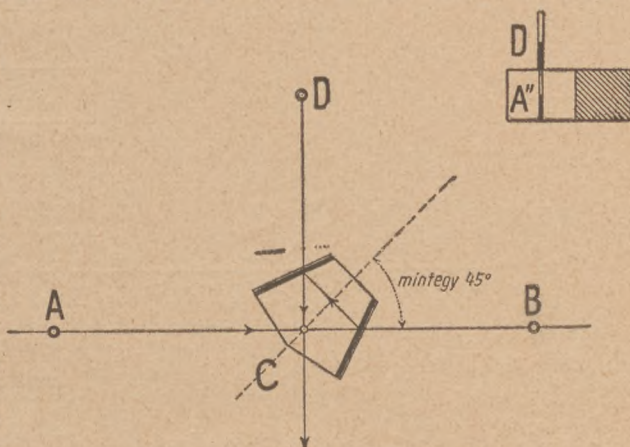
A szögtükör két siktükörből áll. Az egyes tükrök célszerű méretei:

szélesség: 20 mm, magasság: 18 mm.

A siktükrök mindig üvegtükrök, fémtükröket nem alkalmaznak, mert hamar vakulnak. Az üvegtükröket a $c-c$ fémfoglatba erősítik, melyeket viszont a szögtükör a alaplemezből felálló $b-b$ szárnylemezekhez erősítenek. Az egyik tükörnél azonban a c lemezt a b lemezhez úgy kapcsolják, hogy a két tükör képezte τ szög kis határok közt megváltoztatható legyen.

E célból a *kettes* tükör foglalatja hátul nem sík, de lapos ék alakú s a t_1 és t_2 tartócsavarok csak ebbe a c lemezbe hatolnak csavarmenettel, a b lemezen üresen mennek át. Ennélfogva az egyik csavar meglazítása után a másik csavar meghúzásával a tükörtartó lemez elforgatható s ezzel a τ szög kevésbé megváltoztatható.

A t_1 és t_2 csavarokat a szögtükör *igazító csavarjainak* nevezzük; ha a szögtükör nem tűzné ki a helyes szöget, ekkor a csavarok alkalmas beállításával a szögtükört kiigazíthatjuk.



15. ábra. Derékszögkitűzés szögtükörrel.

A szögtükört botra erősítve használjuk. A bot tengelye a felerősítés után a Q pontok geometriai helyének súlypontján halad át s párhuzamos a tükrök metszésvonalával. Mérés közben a bot függőlegesen tartandó, mikor is a tükör-síkok függőleges síkok lesznek, tehát a kitűzés a vízszintes síkban történik.

Régebben a szögtükört, valamint a többi szögkitűző eszközt is nem botra erősítették, hanem csak kézben tartották s a levetítést függővel végezték. Ez a használati mód nemcsak a függő mozgása miatt kényelmetlen és pontatlan, de azért is, mert a tükrök függőleges állását csak a jelző karó képeknek a kitűzendő jelző karóval való összehasonlítása útján, tehát csak tökéletlenül érjük el.

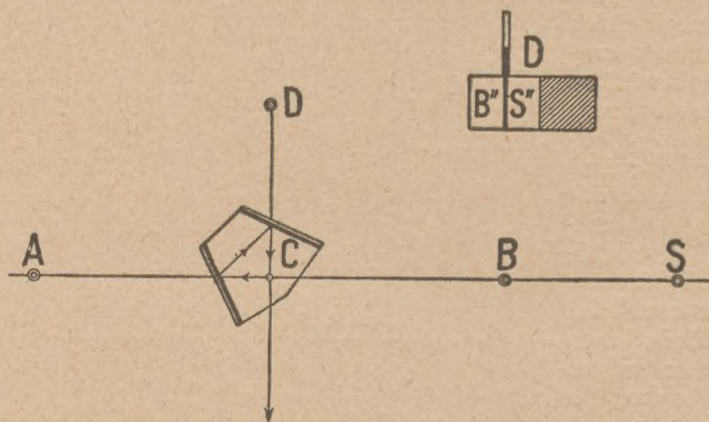
4. A szögtükör használata.

A szögtükört derékszög kitűzésre és talppont keresésre használjuk. Derékszög kitűzéskor (15. ábra) a bot csúcsát a C pontra helyezzük — de nem szúrjuk a földbe — és függőlegesen tartjuk. Magunk a AB vonallal párhuzamosan állunk fel s a kitűzendő irány felé nézünk.

A szögtükröt úgy tartjuk, hogy a tükrök középvonala az egyenessel körülbelül 45° -ot zárjon be, vagy a A felé (ha a A'' -öt akarjuk látni), vagy a B felé. A tükörbe nézve felkeressük a A , vagy a B karó kettős tükrözésű álló képét s utána a D karót addig intjük, míg azt — a a tükör fölött elnézve — a A'' -vel, vagy a B'' -vel tengelyfedésben nem látjuk.

Talppont kereséskor (16. ábra) a A, B, S karókkal kijelölt egyenesen a D karóból az egyenesre bocsátott merőlegesnek az egyenessel való metszéspontját kell meghatározni.

A szemmérték szerint megállapított talppontban, a botot függőlegesen tartva, a szögtükröt úgy fordítjuk, hogy benne a B és S karók kettős tükrözésű képeit láthassuk. Most addig haladunk az



16. ábra.

egyenesre merőlegesen előre és hátra, míg a két karókép teljesen fedi egymást. Ez annak a jele, hogy benne vagyunk az egyenesben. Ezután az egyenes irányában haladunk jobbra balra addig, amíg felettük látjuk a D karót. A leírásból látható, hogy a feladat megoldása kényelmesebben és gyorsabban történik mint szögdiptrával.

5. A szögtükrör vizsgálata.

A szögtükröt három körülményre nézve kell megvizsgálni.

1. Ha a bot függőleges, függőlegesek-e a tükrök?

A szögtükrör botját leszúrjuk s függővel függőlegessé tesszük. Ezután egymáshoz közel derékszög alatt hajló irányokban két függőt helyezünk el. A szögtükröt az egyik függő fölé tartva, előállítjuk annak kettős tükrözésű képét s nézzük vajjon az parallel-e a másik függő zsinórjával. Ha nem volnának paralelek, akkor a szögtükörnek a boton való felerősítése megfelelően megváltoztatandó.

2. A szögtükrör tükröző felületei síkok-e?

Ha az egyes tükrök nem volnának síkok (17. ábra), akkor a tükrök nyílásszöge változó, tehát a vele kitűzött szög is változásoknak

van alávetve aszerint, hogy a kitűzést a tükör melyik részével végeztük el.

A vizsgálatot a kitűzésnek ugyanazon állásból való többszörös megismétlésével végezzük el; az egyes ismétlések közt a szögtükör *kevésbé elforgatjuk* (vagy *egyes helyeit felváltva letakarjuk*), miáltal a tükörfelületek más és más részével végezzük el a kitűzést. A vizsgálatot jó világítási viszonyok mellett kell végezni.

Ha a tükrök nem síkok, akkor a szögtükör mindaddig hasznavehetetlen, amíg a tükröket új — sík — tükrökkel nem pótoljuk.

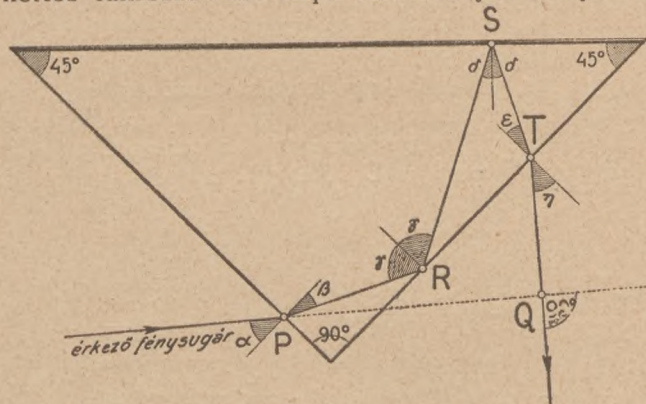
3. A szögtükör a tőle kívánt szöget tűzi-e ki?

A szögtükört rendszeren 90° kitűzésére használjuk. Az ilyen szögtükört — ha teodolit nem áll rendelkezésre — a következőképpen vizsgáljuk és igazítjuk a kitűző szög helyességére nézve.

Egymástól $80-100\text{ m}$ -re két pontot (A és B) jelölünk meg függőlegesen álló jelző karókkal s közbük — a végpontoktól közel egyenlő távolságra — zsinórral egy C pontot iktatunk. A szögtükört a C pont fölé állítjuk, botját függőlegessé tesszük s a A felé tartva, annak kettős tükrözésű álló képe fölé beintjük a D jelző karót. Most a szögtükört elforgatjuk s a B kettős tükrözésű képét figyeljük. Ha ez összeesik a D karóval, akkor a műszer rendben van, ha nem, — úgy a műszer hibás és pedig az eltérés a hiba kétszeres mértéke. A hibát az igazító csavarokkal (t_1 és t_2) szüntettük meg a látszólagos eltérés felezése útján.



17. ábra. Nem sík tükröző felület hatása.



18. ábra. Egyszerű szögprizma vízszintes metszete a fénysugár útjával.

32. §. A szögprizma.

A szögprizma olyan háromoldalú üveghasáb, melynek normális metszete egyenlőszárú derékszögű háromszög. Az üveghasáb ama lapja, mely a derékszögű háromszög átfogójának felel meg, ezüstözött, vagyis tükröző felület. A szögprizma üveghasábjainak normális metszetét a 18. ábra, perspektív rajzát pedig a 19. ábra mutatja.

Az egyszerű szögprizma a rajta áthaladó fénysugarat 90° -kal téríti el s ez alapon használható a derékszög kitűzésére.

A fénysugárnak a prizmán való áthaladását a 18. ábra mutatja. A fénysugár P -ben, α szög alatt érkezik az üvegfelülethez, itt megtörik s β szög alatt halad tovább, természetesen $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$, ahol n az üveg törésmutatója (átlagos értéke 1,5).

Az R pontban a fénysugár teljes visszaverődést szenved, tehát az RS irányban halad tovább. S -ben a tükörfelületen ismét visszaverődik s T -ben hagyja el a prizma belsejét természetesen úgy, hogy ismét $\frac{\sin \eta}{\sin \varepsilon} = n$.

Ha a fénysugárnak $PRST$ szakaszát vesszük szemügyre, rögtön belátható, hogy $PR \perp ST$ -re, mert 45° -os szögtükörben való kettős tükrözésről van szó. Ámde akkor $\beta = \varepsilon$ és így $\alpha = \eta$.

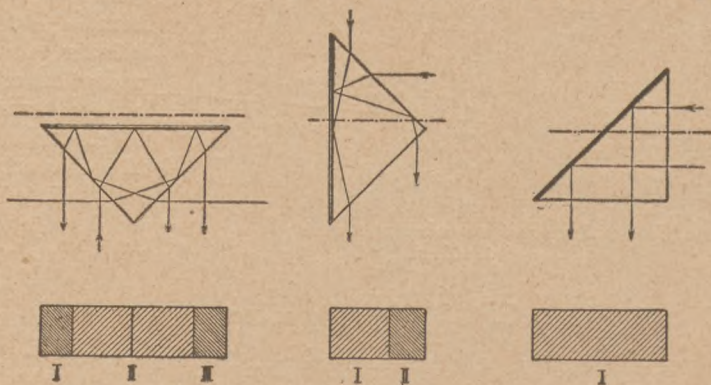
Az α és η szögek egyenlősége okozza azt, hogy dacára a fénytörésnek, a távozó sugár színszórást (dispersiót) nem mutat.

Mivel továbbá az α és az η szögek egyik szára egymásra merőleges, tehát egyenlők csak akkor lehetnek, ha másik száruk is merőleges egymásra, azaz ha

$$PQ \perp TQ$$

19 ábra. Az egyszerű szögprizma perspektív rajza.

vagyis az érkező és a kettős tükrözés és törés után távozó fénysugarak egymásra merőlegesek. Ha tehát a prizmat valamely AB egyenes C pontján úgy helyezzük el, hogy a Q pont a C fölé jut, akkor a prizma



20. ábra. Párhuzamos prizmatartás.

21. ábra. Normális prizmatartás.

22. ábra. Kitézésre nem használható prizmatartás.

nézve az A -nak kettős tükrözésű képét az AB -re merőleges irányban látjuk.

Az egyszerű szögprizmat kétféle tartás mellett használhatjuk, t. i.

vagy úgy, hogy az átfogó lapja közel párhuzamos az egyenessel, vagy úgy, hogy az közel merőleges arra.

Ha *parallel átfogó lappal* dolgozunk (20. ábra), akkor szembenézve három különböző intenzitású mezőt látunk a prizmán: kettőt a széleken (I és III), egyet a középen (II). A szélső mezőkben látjuk a kettős tükrözésű képeket, a középsőben csupán egyszerű tükröképek láthatók. E tartás mellett az I mezőbe kell nézni, ha jobbról álló tárgyak kettős tükrözésű képeit akarjuk látni s a III-ba, ha a baloldali tárgyakat akarjuk szemlélni.

Ha a prizmat *merőleges* (normális) *átfogó lappal* használjuk (21. ábra), akkor a prizma tekintve két különböző intenzitású mezőt látunk. A 90° -os él mellett vannak a kettős tükrözésű képek, a 45° -os él mellett vannak az egyszerű tükröképek. *Kitűzéskor tehát mindig a II mezőbe kell nézni.*

Ha a prizmat úgy tartjuk, hogy a befogó lap merőleges a vonalra (22. ábra), úgy csak egyetlen mezőt látunk s benne csupa egyszerű tükröképet. E tartás tehát kitűzésre nem használható.

A szögprizmat szintén botra erősítve használjuk. *A bot megerősítési helyét a 90° -os él közelében szokás választani;* a vetítési hiba kiküszöbölésére a prizmat kis méretekkkel készítik.

A bot tengelyének parallelnek kell lenni a prizmaélekkel; ezáltal ha a botot függőlegesen tartjuk, akkor a prizmaélek is függőlegesek lesznek s így a szöget valóban a vízszintes síkban tűzzük ki.

A szögprizmat ugyanazon feladatok megoldására használjuk, mint a szögtükröt s a feladatok megoldása is hasonló.

A szögprizma vizsgálatát a szögtükörnél tárgyalta három követelésre kell elvégezni, a vizsgálat módja hasonló a szögtüköréhez.

A szögprizmat a kitűző szögre nézve igazítani nem lehet, ha nem tűzne ki derékszöget, akkor a szögprizma hasznavehetetlen. Viszont ha egyszer helyesnek találtuk, többet erre vizsgálni nem kell, mert a kitűző szögben változás nem következhet be.

33. §. A szögkitűző műszerek összehasonlítása.

A *szögdioptra* előnye az, hogy 1. vetítési hibája nincs, 2. alkalmas meredek irányzások végzésére is. Ez utóbbi tulajdonsága miatt nemcsak sík vidéken, de hegyes vidéken is használható.

Hátránya, hogy kezelése és használata nehézkes, kemény talajon (kövezeten, aszfalton) pedig nem használható.

A szögtükör és a szögprizma egyformán előnyösek a használat kényelmessége szempontjából. Együttes hátrányuk azonban az, hogy meredek irányzásokra nem alkalmasak, tehát csak sík vidéken használhatók.

34. §. A kettős szögtükrök és szögprizmák.

1. Az egyenesbe állás és a segédpont nélküli talppontkeresés feladata.

Megadott egyenes két végpontja közé újabb pontot *beintéssel* tűzhetünk ki. A beintés szükségessé teszi, hogy elmenjünk az egyik

végpont mögé. Előfordulhat, hogy ezt nem tehetjük meg például, ha a A és a B pontok házfalakon vannak kijelölve. Ilyenkor a feladatot beállítással kell megoldani. A beállítás egy már ismertetett módja — a segédkaróval való mérés — hosszadalmas s ezért igyekeztek olyan műszereket készíteni, melyekkel az egyenesbe való beállítás gyorsan végezhető.

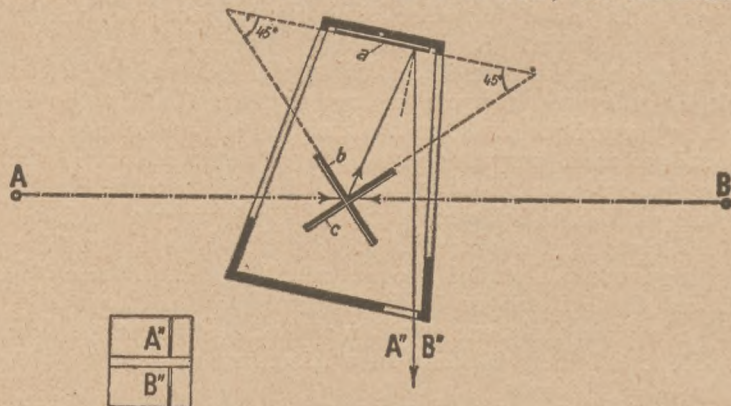
Az *egyenesbe állás* feladatának további fejlesztése az, amikor azt kívánjuk, hogy az egyenes keresett pontja egyúttal valami adott s az egyenesen kívül fekvő pont talppontja legyen (*talppontkeresés segédkaró nélkül*).

Mind a két feladat megoldható az eddig tárgyalt szögkitűző műszerekkel, ámde csak hosszadalmas közeledéssel. Ezt elkerülendő, külön műszereket is készítenek e feladatok kényelmes elvégzésére.

Ezek a műszerek a *kettős szögtükrök* és a *kettős szögprizmák*.

2. A Coutureau-féle kettős szögtükrör.

Szerkezetét vízszintes metszetben a 23. ábra mutatja. Főrészei az a tükrör és vele szemben levő b és c tükrörök; az utóbbiak mind-



23. ábra. A Coutureau-féle kettős szögtükrör.

egyike az a tükrörrel $45^\circ-45^\circ$ -ot zár be. Az a tükrör olyan magas, mint a b és c tükrörök együttesen s közepén, mintegy $1,5\text{ mm}$ sávon az ezüstözés (amalgámozás) hiányzik, tehát itt átlátszó.

A kettős szögtükröt az ábrának megfelelően tartva és az alsó nyíláson át belenézve az a tükrör felső részén a A karó, alsó részén a B karó kettős tükrözésű képét látjuk. Ha a kettő egymás fölé esik, akkor benne vagyunk az egyenesben. Az a tükrör közbülső nyílásán átnézve a D karót is láthatjuk, s ha ez egyvonalban látszik a A és B kettős tükrözésű képével, úgy a D talppontjában állunk.

3. A Bauernfeind-féle kettős szögprizma.

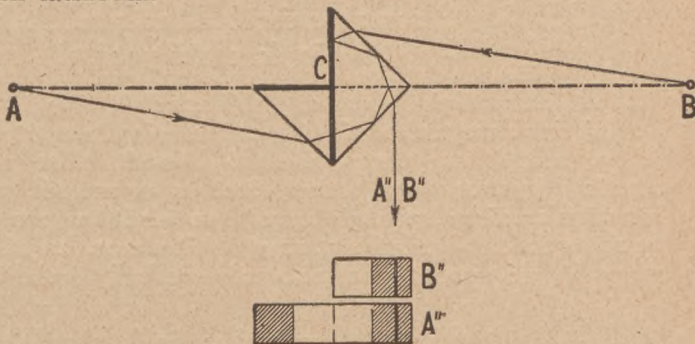
Vízszintes metszetét a 24. ábra, perspektív rajzát a 25. ábra mutatja. Két egyszerű prizmából áll, melyek egymás fölé olyan el-

helyezésük, hogy az átfogó lapok egymásra közel merőlegesen állnak. A két prizma közt mintegy $1,5\text{ mm}$ -es köz van, melyen át az egyenesre merőleges irányban nézhetünk.

Az ábrabeli helyzetben a jobboldalon látjuk az A'' , illetve B'' kettős tükrözésű képeket. Ha az egyenesben vagyunk, e két képnek egymás folytatásában kell látszódnia.



24. ábra. A Bauernfeind-féle kettős szögprizma perspektív képe.

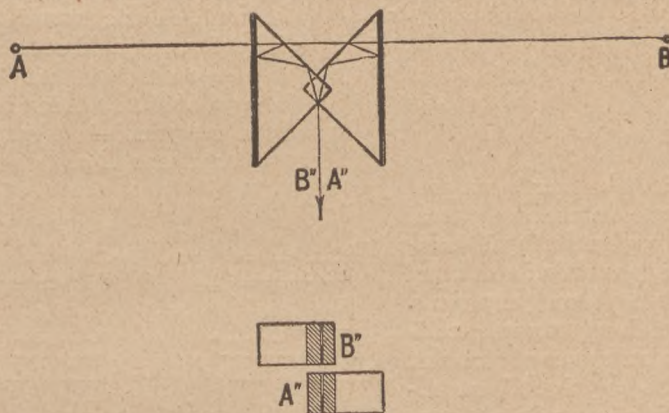


25. ábra. A Bauernfeind-féle kettősszögprizma vízszintes metszete.

4. A Bodola-féle kettős szögprizma.

Ugyancsak két egyszerű prizmából áll (26. ábra), melyek egymás fölött úgy vannak elhelyezve, hogy az átfogó lapok közel párhuzamosak egymással; köztük szintén keskeny nyílás (köz) van.

Használatkor az átfogó lapok a vonalra közel merőlegesen helye-



26. ábra. A Bodola-féle kettős szögprizma.

zendők el s aztán addig kell haladni az egyenesre merőlegesen, amíg a A'' és B'' kettős tükrözésű képek egymás fölé nem jutnak.

Ha a két prizma közt elnézve, úgy állunk be a kettős szög-prizmával, hogy a D karó is az összeeső két A'' , B'' képpel egyvonalban (tengely-fedésben) van, akkor a D talppontjában vagyunk.

IV. FEJEZET.

Hosszmérés.

35. §. A hosszmérésről általában. A hosszmérő eszközök osztályozása.

A hosszmérés feladata, a térszinen megjelölt pontok vízszintes távolságának meghatározása. A mérés közvetlen úton olyan eszközökkel végzendő, melyeknek állandó hosszát előre ismerjük. Az alsó geodéziai gyakorlatban a mérőlécet és az acélból való mérőszalagot használjuk közvetlen mérésekre. Az elsőt a pontosabb mérésekre (belsőségekben) használjuk, az utóbbit akkor, ha kisebb pontosság is elegendő, de viszont gyorsabb mérésre kell törekednünk.

36. §. A mérőléc és használata.

A mérőlécet göcsmentes, puha, száraz fából (rendesen fenyőfából) készítik. Keresztmetszete derékszögű négyszög, vagy ellipszis



Egyszerű mérőlécek középső keresztmetszetei.

A pontozott vonal a szélső keresztmetszetet jelzi.
Szélesség 4 cm, magasság 3 cm.

1. ábra.

mérőrúd is. A mérés végrehajtásakor tekintetbe kell venni azt, hogy végeredményül mindig a két végpont közötti vízszintes távolságot kell megkapnunk. A mérés mindig avval kezdődik, hogy az egyenes vonalat mintegy 50 m távolságra elhelyezett jelző karókkal (legalább 3-mal) kitűzzük.

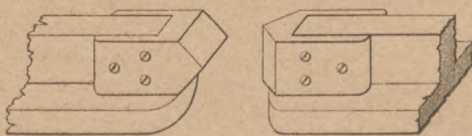
Vízszintes, egyenes (síma) pályán a mérés akként megy, hogy először az első lécet fek-

mintegy 3×4 cm főméretekkel (1. ábra). Hossza rendszeren 4 m, de lehet 3 m, esetleg 5 m is.

A lécvégein acélból készített saruk vannak az egyik oldalon fekvő, a másikon álló éllel (2. ábra). A lécvégein a két él középső pontja között számít.

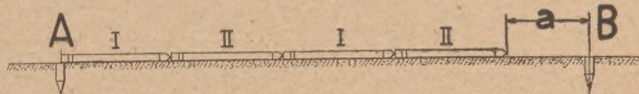
A méréshez két lécvége kell ezeken kívül, a lécnél kisebb hossz megmérésére, mm-re osztott, rendszeren 2 m hosszú külön

Ütköző mérőléc fekvő és álló éllel.

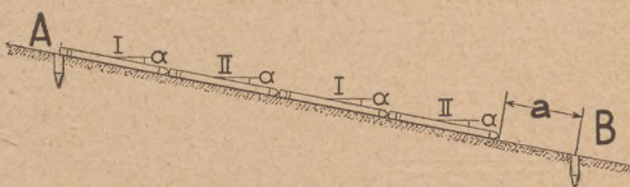


2. ábra.

tetjük a vonalba úgy, hogy függőleges éle a kiinduló ponton legyen s ezután a második mérőlécet a vonalba állítva hozzáütköztetjük a már fekvő léchez (3. ábra). Most a másodikat leszorítva, az elsőt tovább visszük s a vonalba úgy helyezzük el, hogy vége a fekvő léchez ütközzön. Ezeket a műveleteket aztán addig ismételjük, míg a legutolsó lécz vége és az egyenes másik végpontja közti távolság kisebb a léchossznál. A még megmaradó „a” méretet a mm-re osztott mérőrúddal mérjük meg. A keresett hossz lesz



3. ábra. Mérés vízszintes, egyenes talajon.



4. ábra. Mérés ferde, egyenes talajon.

ahol I az első lécz hosszát, II a másodikét jelenti, m és n pedig a lefektetett lécek számát jelzi.

$$AB = m \times I + n \times II + a$$

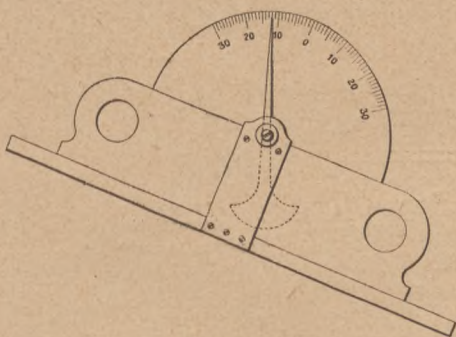
Ferde (lejtő, vagy emelkedő), egyenes pályán a hajlásszögekkel való mérést alkalmazzuk, ha a talajlejtés nem nagy. A mérést úgy végezzük el, mint előbb (4. ábra), de minden lécz hajlását az 5. ábra-beli hajlás-mérővel megmérjük. A vízszintes távolság lesz

ahol α jelenti az egyes lécek hajlásszögét, I és II pedig a léchosszakat.

$$AB = \sum_{i=1}^n I \cos \alpha + \sum_{i=1}^m II \cos \alpha + a \cos \alpha$$

Ferde, nem egyenes (egyenlőtlen) pályán a lépcsőzetes mérést alkalmazzuk. Ezt használjuk akkor is, ha ferde egyenes talajunk van, de a lejtés erős.

Ingás léchajlasmérő



5. ábra.

A lépcsőzetes mérés lényege az, hogy a léczet mindig vízszintesen tartjuk. Két alakban használatos. A kevésbé pontosabb alakja az, amikor vetítő bottal történik a mérés (6. ábra.) Fontos, hogy a lécz vízszintes, a vetítő bot pedig függőleges legyen. A méréshez egy mérőléc és két vetítő bot kell, továbbá libellák a vízszintes és függőlegessé tételre.

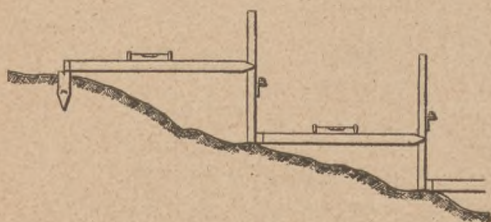
Pontosabban mérhetünk, ha a vetítést függővel végezzük (7. ábra).

Ez esetben két mérőléc kell s ezekhez, a gondos vízszintessé tétel elérésére, *egy-egy* alátámasztó lécz használandó.

37. §. A mérőszalag és használata.

A mérőszalag (8. ábra) főrésze az *edzett acélból* (fűrész-acél) készített szalag, melynek szélessége $10-20$ mm, vastagsága $0,25-0,40$ mm. A szalag hossza rendszeren 20 m, de használnak 50 m, sőt 100 m hosszút is. Nálunk szokásosak a 10 öles és 20 öles szalagok is.

Lépcsőzetes mérés vetítő bottal.



6. ábra.

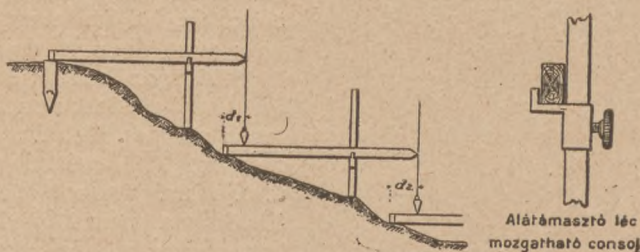
Míg a mérőlécen alsóbb beosztás nincs, a szalagon az egyes deciméterek is ki vannak jelölve (a zsebszalagokon a *cm*-ek, sőt a *mm*-ek is). A szalag sárgaréz fogantyúhoz van erősítve. E fogantyú (9. ábra)

keresztrudacskában végződik. A szalag hossza a két végső kereszt-rúd külső síklapja között számít.

A szalag végét leszúrt szöggel szokás megjelölni. A szalag kereszt-rúdja, vízszintes metszetben félkör alakú kivágások vannak. A félkör átmérője azonos a szög hengeres törzsének átmérőjével.

A szalagot mindig a térszinre fektetve kell használni, lépcsőzetes mérést vele nem lehet végezni. Ha a szalaggal ferde

Lépcsőzetes mérés függővel.



7. ábra.

talajon dolgozunk, a szalag átlagos hajlását ismerni kell. Az átlagos hajlást úgy mérjük, hogy a szalaggal párhuzamos térbeli egyenest tűzünk ki s ennek hajlását a 10. ábrabeli berendezéssel mérjük meg.

38. §. A hosszmérő eszköz valódi hosszúságának megállapítása (komparálása).

A mérőeszköz hosszúsága a névlegessel (nominálissal) sohasem egyezhetik teljesen, mert a mérőeszköz anyaga a hőmérséklet, esetleg



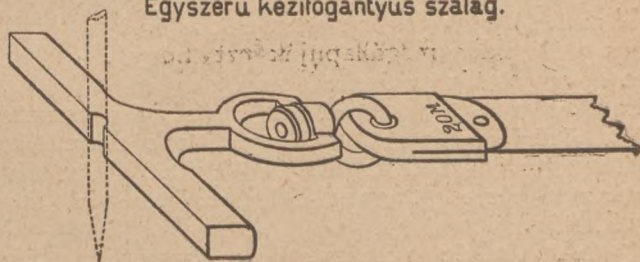
8. ábra. Mérő szalag tartó gyűrűjére felgöngyölítve. Oldalt a végpont jelzésére és a szalagok számolására való szögek.

a nedvesség hatása alatt, ha kis határok között is, de megváltozhat.

Ama művelet, amelynek célja a mérőeszközön kijelölt hosszúságnak a törvényes méterben való kifejezése (vagyis valódi hosszúságának megállapítása), komparálásnak nevezzük.

A hosszmérő-

Egyszerű kézfogantyús szalag.



9. ábra.

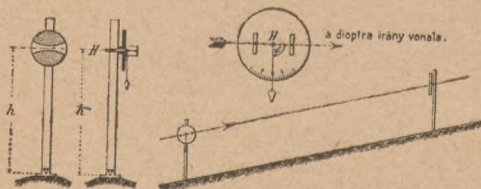
eszköz komparálásának lényege abból áll, hogy a mérőeszközön kijelölt hosszúságot olyan, rendszeren egy méter hosszú alaplammal mérjük végig, melynek szabatos hosszát előre ismerjük.

A lécs és a szalag komparálására acélból készült 10×10 mm keresztmetszetű olyan *normálmétereket* használnak, melyeknek hossza a végső álló, illetve fekvő él közepe közt számít. Használatbavétel előtt, megfelelő berendezéssel ellátott mértékügyi intézetekben, magasabbrendű normálméterekkel való összehasonlítás útján megvizsgálják őket s megállapítják, hogy egy bizonyos hőmérsékleten (rendszeren 18° Celsius fokon), mekkora az eltérésük a törvényes métertől. A vizsgálat eredményét egyenlet alakjában a normálméterhez adott okmányon tüntetik fel; pl. a műegyetem geodéziai tanszékének tulajdonában levő két Bamberg-féle normálméter egyenletei az alábbiak:

$$a = 1 \text{ m} + 0,00 \text{ mm} + 0,011 (t - 18^\circ) \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} + 0,01 \text{ mm} + 0,011 (t - 18^\circ) \text{ mm}$$

Hajlasmérő szalagok részére.



10. ábra.

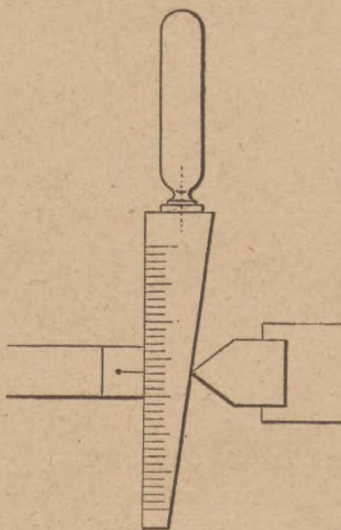
ahol a és b a normálméterek hosszát, t pedig hőmérsékletüket jelenti.

A komparáláshoz a normálméter páron kívül még egy *normál-ék* is kell (11. ábra). A normál-ék kis távolságok (közök) pontos mérésére szolgál. A normál-ék olyan fémhasáb, melynek két lapja egymáshoz képest kis szög alatt hajlik, azaz ékszerű. A párhuzamos oldalai egyikén beosztás van (egész, vagy fél mm-es). Használatba adás előtt gondos mérésekkel megállapítják azt, hogy az egyes osztás-vonásoknál mekkora az ék vastagsága. Használatkor ütközésig becsusztatandó a köz határ-élei közé (11. ábra), s leolvasandó a becsusztatás mértéke. A leolvasáshoz tartozó s az okmányból kivehető ékvastagság azonos a megméréndő közszel. A normál-ékkal közök néhány század mm-re pontosan mérhetők.

A mérőlécek komparálása egyszerűen készíthető külön eszközön, a komparátor-padon történik.

Mérőék

kis közök mérésére.



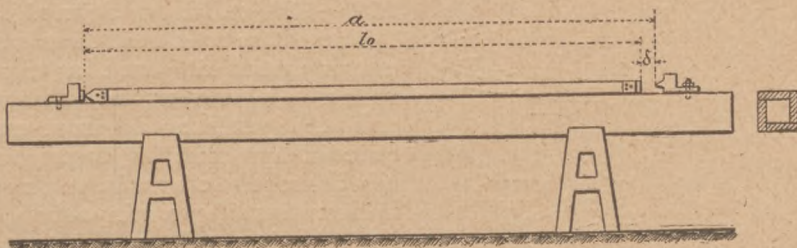
11. ábra.

A komparátor-pad főrésze a csöves keresztmetszettel merevre készített s két alacsony bakra helyezett fagerenda. A gerendán két fémtestet találunk, melyek közül az egyik fekvő (vízszintes), a másik álló (függőleges) acél élben végződik. A két él távolsága valami kevéssel nagyobb, mint a komparálandó mérőléc, annyival t. i., amennyi a rendelkezésre álló normál-ékkal még megmérhető.

Az élek közti távolságot a (12. ábra) a normálméterekkel és normál-ékkal mérjük meg. Ha ez már megvan, a lécet a két él közé helyezzük úgy, hogy az egyik oldalon az élhez ütközzön, a másik oldalon pedig köz maradjon. E δ közt a normál-ékkal megmérve, a mérőléc l_0 hossza a következőképen számítható

$$l_0 = a - \delta$$

Komparátor mérőlécek részére.



12. ábra.

A mérőszalagok komparálása a már komparált mérőlécekkel történik. Valami sima alaton (aszfalt, terazzo stb. burkolaton) a szalag hosszának megfelelő távolságban két *mm*-re osztott lemezkét cemen-
tezünk be. A *mm*-beosztások *0* vonásainak távolságát már komparált mérőléc-
ekkel való végigméréssel állapítjuk meg. Ezután a szalag a két beosztás fölé úgy helyezendő, hogy végződése leolvashatók legyenek. A *0* vonások ismeretes távolságából, továbbá a tett leolvasásokból a szalag hossza megállapítható.

A szalag komparálásakor ügyelni kell arra, hogy a szalagot ugyanolyan erővel feszítsük, mint a milyennel a mérés alatt.

V. FEJEZET.

Vízszintes szögmérés.

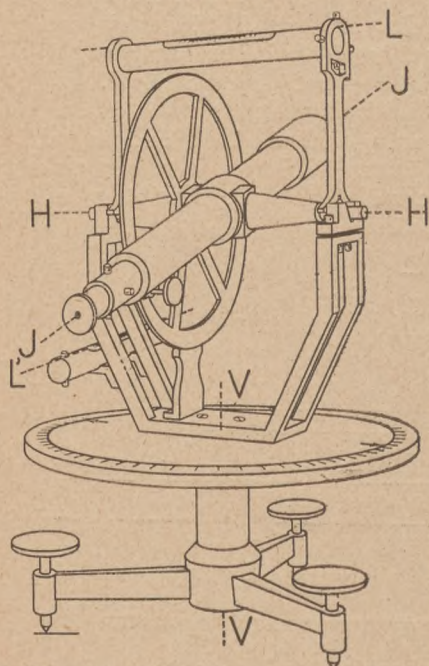
39. §. A teodolit.

A geodéziai szögmérések műszere a teodolit.

A teodolit vízszintes, illetve vízszintes és magassági szögek mérésére szolgál. A teodolittal tehát nem lehet bármilyen síkban szögeket mérni, hanem csak a vízszintes, illetve csak a függőleges síkban.

A vízszintes mérésben csupán az előbbieket szerepelnek, az utóbbiak

Teodolit

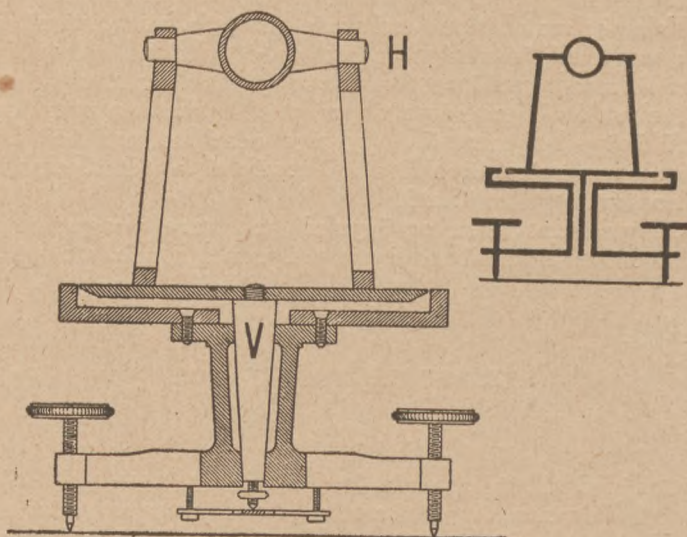


1. ábra. A teodolit vázlatos perspektív képe.

a magasságmérések szempontjából fontosak. A teodolit vázlatos perspektív képét az 1. ábra, sematikus metszetét a 2. ábra, részletes perspektív képét pedig a 3. ábra mutatja.

A teodolit szerkezeti két főrészből áll, úgymint 1. a *műszertalpból*, mely a teodolitnak az állványon, illetve a pilléren való elhelyezése után mozdulatlan, 2. az *alhidéből*, mely a talpba ágyazott álló tengely körül forgatható.

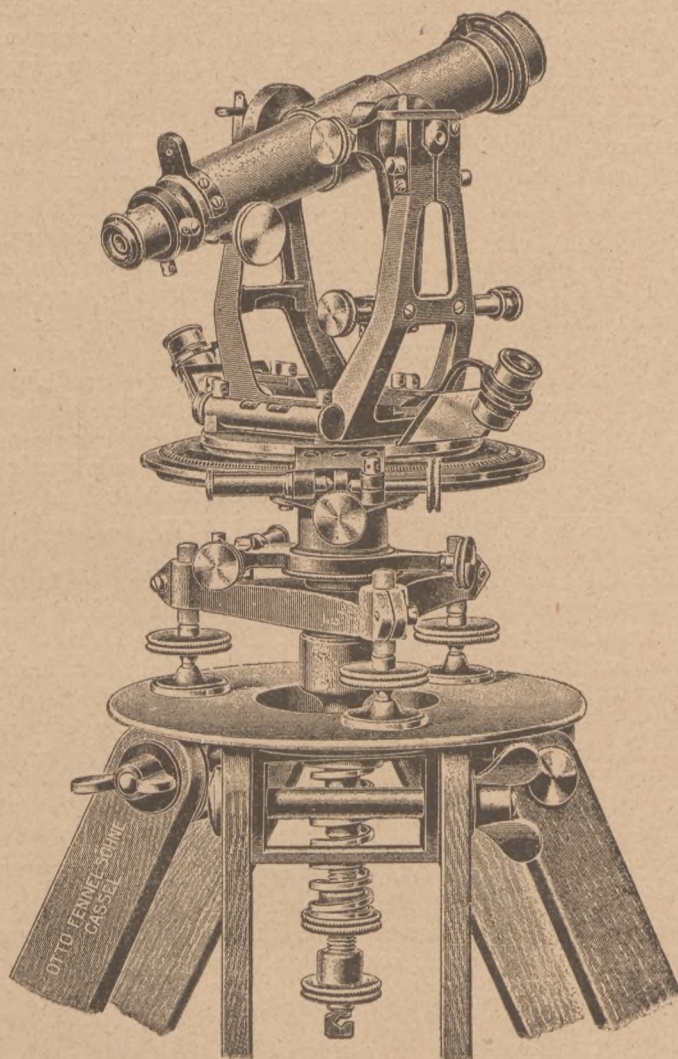
A *műszertalp* közepén, kívülről hengeres törzsből áll, melyből alul 120° — 120° -ra három ág nyúlik ki. Mindegyiken erős, felül tárcsás acélsavar hatol át, ezek a talpcsavarok. A műszer, az állványon való elhelyezéskor e három csavar csúcsán nyugszik. A talpcsavarok kijjebb-beljebb csavarásával az egész műszer tetszőleges irányokban dűthető, tehát a műszer álló tengelye függőlegessé, fekvő tengelye vízszintessé tehető. A műszertalp hen-



2. ábra. Egyszerű teodolit sematikus metszete.

geres törzsén felül nagyobb átmérőjű korongot találunk, melynek felső sík, vagy enyhén kúpos felületén beosztás van. Ezt a beosztást nevezzük *limbusznak*, vagy *beosztott körnek*, erről olvassuk le a vízszintes szög értékét.

A talp törzse belül kúpos persellyel készül, e perselybe, mint



3. ábra. Kis teodolit alsó geodéziai mérésekre.

csapágyba nyúlik bele a forgórész tengelye, az u. n. *alhidádé-* (vagy függőleges, vertikális) *tengely*.

Az alhidádé tengelyéhez a limbusz pereméig nyúló korong van

erősítve, amelyen két — egymáshoz diametrál fekvésű — *indexet* találunk megfelelő leolvasó berendezéssel (noniusszal, vagy mikroszkóppal). A távcső az alhidádé-tengelyre merőlegesen elhelyezett fekvő tengely körül forgatható, mely az alhidádé-korongból felálló *tartó oszlopokba* van csapágyazva. E tengelyt a távcső *fekvő tengelyének*, vagy *vízszintes (horizontális) tengelyének* szokás nevezni. A teodolit távcsőve a műszer elhelyezése után két egymásra merőleges tengely körül forgatható, ennél fogva irányvonala bármilyen térbeli irányba beállítható. Méréskor a műszert háromlábú állvány (stativa) fejezetére szokás helyezni.

A műszert úgy készítik, hogy a *távcső irányvonala* (J) merőleges legyen a *fekvő tengelyre*, továbbá, hogy a *fekvő tengely* (H) merőleges legyen az *álló tengelyre* (V -re). Az első feltétel ($J \perp H$) maga után vonja azt, hogy a távcsövet a H körül forgatva, az irányvonal arra merőleges síkot fog leírni. Ez a sík függőleges sík lesz akkor, ha a második feltétel ($H \perp V$) is ki van elégítve és ha a V függőlegesen áll.

A fenti követelményeket kielégítő műszer alkalmas *vízszintes* szögek mérésére, amit könnyen igazolhatunk.

Ha a O pontból kiágazó B és J tetszőleges térbeli irányok *vízszintes* szögét akarjuk megállapítani, akkor teodolitot állványával úgy állítjuk a O pont fölé, hogy V tengelye függőleges legyen s meghosszabbítása keresztülmenjen a O ponton. Ez elhelyezés mellett, helyesen készített és igazított műszert feltéve, a *távcső forgástengelye*, továbbá a *limbusz síkja* s vele együtt az *indexek forgássíkja* is *vízszintes* lesz.

A távcső bármilyen irányban állítható lévén, állítsuk először úgy, hogy irányvonala az egyik, célszerűen a baloldali iránnyal legyen azonos, azaz irányítsuk be a B pontot. E helyzet mellett olvassuk le az egyik index állását. Ezután irányítsuk be a jobboldali száron levő J pontot. A beirányzás alatt az *index a vízszintes síkban a meghatározandó vízszintes szöggel mozdul el*, a limbusz pedig teljesen mozdatlan marad, ennél fogva újból leolvasva ugyanezen index állását, a két leolvasás különbsége a kívánt vízszintes szöget szolgáltatja.

40. §. A teodolit szerkezetének fontosabb részletei.

Tekintettel arra, hogy a teodoliton sok olyan szerkezeti rész van, mely a geodézia többi műszerein is előfordul, kissé részletezni fogjuk a teodolitnak és állványának fontosabb részleteit.

1. Az állvány (stativa) és az összekötő csavar.

A teodolitot, valamint a geodézia többi műszerét mérés alatt háromlábú állványra szokás helyezni. A háromlábú helyezés a statikai határozottság elérésére, vagyis biztos, ingadozásmentes alátámasztásra szükséges.

Az állvány (4. ábra) két részből áll:

1. a fejezetből, 2. a fejezettel csuklósan kapcsolt lábakból.

Az állvány-lábak kellően merevre készítendők; hogy emellett könnyűek is legyenek, csak a kisebb műszerek állványai készülnek tömör lábakkal, rendesen kellően kimerevített lemezekből állanak. A lábakon alul, hegyben végződő s hágókkal ellátott kovácsolt vas-sarukat találunk. A lábak felső részét a fejezethez csuklósan erősítik. A csuklók körüli forgatás rögzítésére külön csavarok, az ú. n. *állvány-kötő csavarok* szolgálnak. E csavarok megszorításával az állvány fejezete és a lábak közt merev kapcsolat létesíthető.

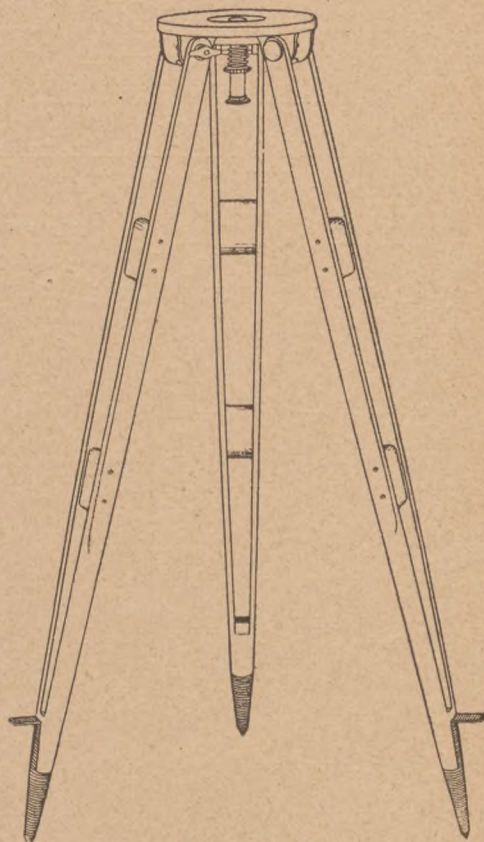
Az állvány fejezete vagy fából, vagy fémből készült s bordázással kellően merevített korong. Közepén néhány cm átmérőjű nyílás van, amelyen az *összekötő csavar* szára halad át kellő játékkal.

A fejezeten levő *összekötő csavar* az állvány fejezetére helyezett műszer függőleges tengelyének meghosszabbítására, továbbá a műszernek az állványhoz való szilárd kötésére szolgál.

Az *összekötő csavar* szokásos szerkezetét az 5. ábra mutatja. Főrésze a hosszú, egyenes szár, mely úgy a felső, mint az alsó részén csavarmenetekkel ellátott. A felső rész csavarmenetekkel belecsavarható a műszer-törzs alsó részén levő ama csavarházba, melynek tengelye pontosan azonos az alhidáde tengelyével. A becsavarás után a csavarszár tengelye a függőleges tengely meghosszabbításába jut, tehát az alsó részén levő, központosan elhelyezett kampóra akasztott függővel a műszer álló tengelye tetszőleges mélységig meghosszabbítható. A csavar-szár alsó részein levő menetek mozgó tárcsás csavaranya vékony lemezkét szorít neki egy erős, spirálrugónak, mely a felső részén az állvány fejezetéhez szorítható.

A csavaranya becsavarásával a korong erősen az állvány fejezetéhez símul s az előálló surlódás a műszernek az állványon való elmozdulását (csúszását, elforgását) megakadályozza.

Ha az összekötő csavart lazán tartott rugóval a műszerbe becsavarjuk, akkor a műszer a fejezeten elcsusztható és pedig a fejezeten levő nyílásszabta mértékkel. Minél nagyobb e játék, annál gyorsabban végezhető el a műszer felállítása.



4. ábra. A teodolit állványa.

2. A műszertalp.

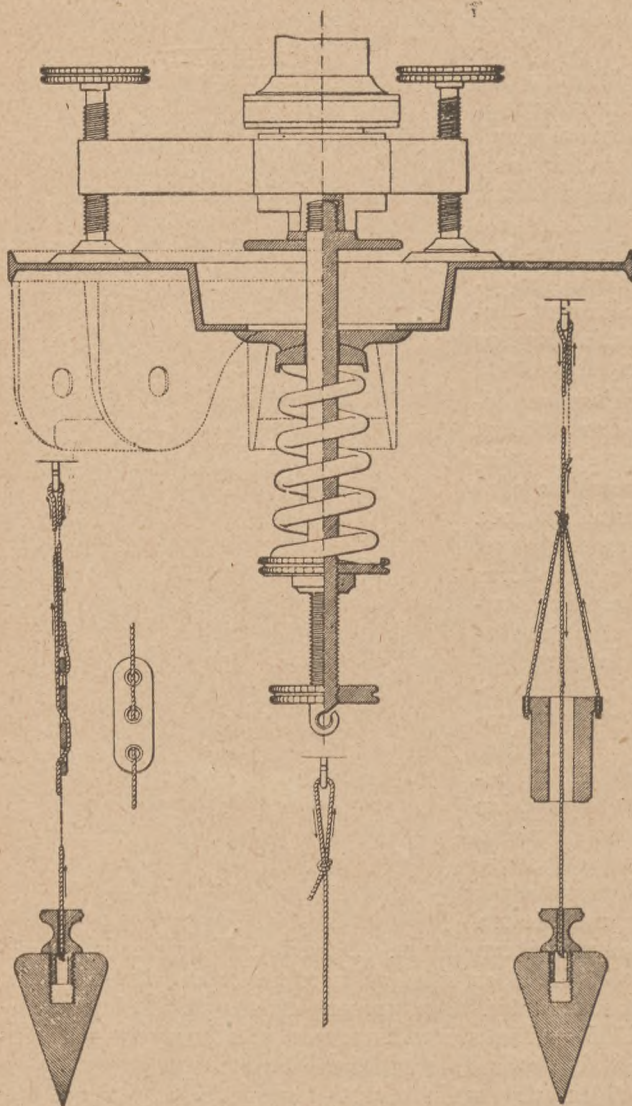
A műszertalp egyes részei, t. i. a felső korong (limbusz-korong), a csapágyul szolgáló törzs és a belőle kinyúló három talpcsavarág, rendszeren sárgarézből készülnek.

A talpcsavarok kemény acélból (szerszám-acélból) készülnek s könnyen való forgatásukra sárgaréz-tárcsákkal felszereltek.

Limbusz alatt tágabb értelemben a talp felső részén levő korongot értjük, szorosabb értelemben pedig csak azt a keskeny szalagot, melyen a beosztás van.

A beosztás nincs közvetlenül a limbusz-korongon, mert a sárgaréz nem alkalmas finom osztások létesítésére. A beosztást a limbusz-korong felső peremébe szilárdan elhelyezett ezüst, vagy újezüst szalagon létesítik.

Ami a beosztást illeti, a nálunk használatos műszerek a 60-as fokrendszer szerint osztottak. A legkisebb beosztásrész a kisebb műszereken 30', illetve 20', a



5. ábra.

nagyobb műszereken 10', esetleg 5',

3. A függőleges (álló) tengely és tehermentesítése.

A *függőleges tengely* a műszer legfontosabb (legkényesebb) részei közé tartozik, mert *járásának szabotosságától* függ a mérésben elérhető pontosság.

A függőleges tengelyt régebben hengeralakúra készítették, de később felhagytak ezzel a formával, egyrészt mert ez a forma a készítésben nagy szabotosságot kíván, másrészt mert a beálló kopások járását szabálytalanná tehetik.

A modern műszereket *kúpos álló tengellyel* készítik. Az anyagra nézve a kopás szabályozása céljából az a megállapodás van, hogy *a tengely mindig keményebb anyagból készitendő, mint a perselye*. A tengelyt rendszeren *edzett szerszámacélból* készítik, a perselyt *sárgaréz*ből. A különböző anyagok használatának előnye, hogy a kopást csupán az egyik felületre — a puhábbra — szorítjuk, maga a tengely nem kopik. A kopást szabályozzák azáltal is, hogy az érintkező felületet *megszakítják*.

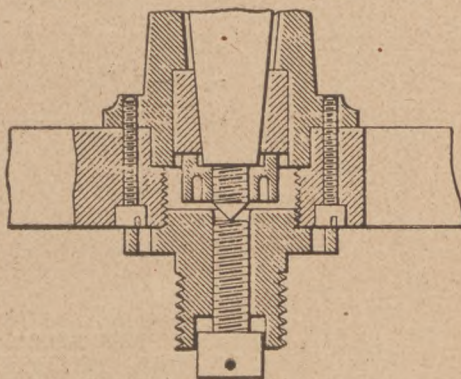
Törekedni kell továbbá, hogy a kopás a felület minden részén egyenletes legyen. Ezt elérendő *a tengelyre eső terhelésnek teljesen szimmetriásnak, egyensúlyozottnak kell lennie*.

Ilyen körülmények közt a bekövetkező kopásnak a tengely járására semmi befolyása nincs; hatása csupán az, hogy a tengely perselyében lejjebb csúszik.

A nagyobb teodolitokon, a tengelyre nehezedő nagy súly a tengely forgását nehezé tenné, miért is okvetlenül szükséges, hogy a tengelyt megfelelő berendezéssel, a reáható terhelés egy részétől megszabadítsuk. Az ilyen berendezések a kisebb teodolitokon is jogosultak és célszerűek, mert velük a tengely járását lehet szabályozni, tehát el lehet érni, hogy változó hőmérséklet mellett is a tengely járása ugyanaz legyen. Ugyanis a tengely és a perselye különbözőképpen tágul, tehát alacsony hőmérséklet mellett a persely ráfeszül a tengelyre (a tengely nehezen jár). Ez a magyarázata, hogy hűvös reggelen, vagy hideg téli napon a tengely nehezen, vagy egyáltalán nem forog. A tehermentesítő berendezéssel a tengelyt emelni, illetve súlyeszteni lehet, tehát járása mindig egyformára szabályozható.

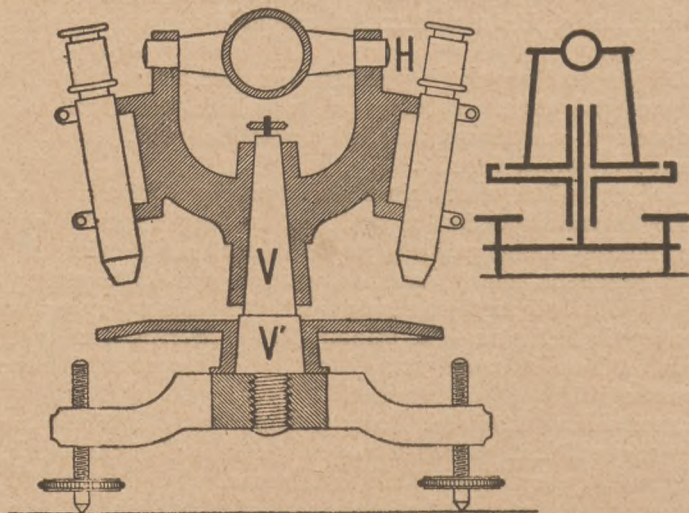
A tehermentesítés a tengelynek egyszerű, vagy rugalmas alátámasztásából áll.

Egyszerű alátámasztást mutat a 6. ábra. A tengely csúcsa olyan függőleges csavar csúcsán nyugszik, mely a talpban feljebb és lejjebb



6. ábra. Függőleges tengely alsó része tehermentesítő berendezésével.

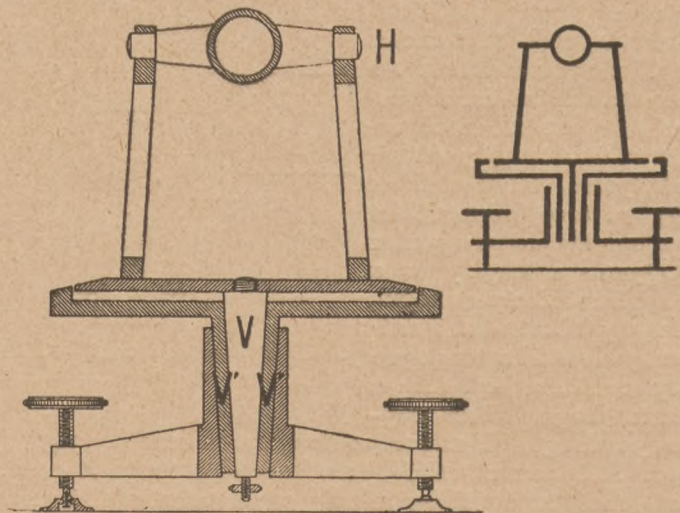
csavarható. E csavar becsavarásával a tengelyt kissé megemeljük, azaz a reá eső súly egy részét felfogjuk, tehát a tengely járása könnyebb lesz.



7. ábra. Ismétlő rendszerű teodolit sematikus metszete.

4. Tengelyrendszerek.

Eddigelé hallgatólag csak egy álló tengelyt tételeztünk fel, mert



8. ábra. Szorzó rendszerű teodolit sematikus metszete.

elvileg ennyi elegendő. A pontosság fokozása, továbbá bizonyos

kényelmi szempotok szükségessé teszik a limbusz forgathatóságát is, mikor is a műszeren két álló tengelyt kell készíteni, egyiket az alhidádé, a másikat a limbusz számára. Az ilyen teodolitokat *kettős tengelyűeknek* nevezzük, szemben az ú. n. *egyszerű teodolitokkal*, melyeken a limbusz nem forgatható.

A kettős tengelyű teodolitok szerkezeti részleteikre nézve különbözök lehetnek, de általában két főtypushoz tartoznak. Az első főtypus az, melynél a limbusz forgatása csak szabadkézzel, tehát csak durván történhet, ezeket *ismétlő (reiteráló) teodolitoknak* mondjuk. A másik főtypust az jellemzi, hogy a limbusz forgatása szabadkézzel is (tehát durván) és parány-csavarral is, azaz finom módon is elvégezhető. Az e típusba tartozókat *szorzó (repetáló) teodolitoknak* nevezzük.

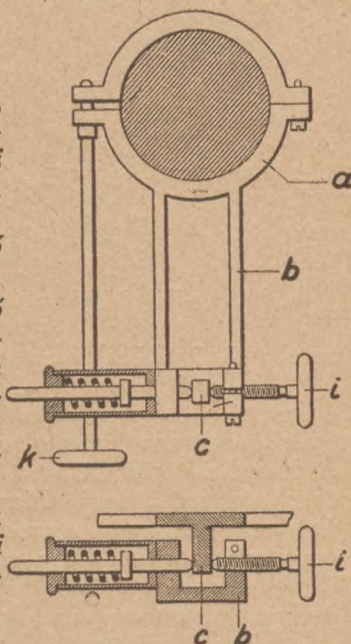
Ismétlő teodolitot mutat a 7. ábra, *szorzót* pedig a 8. ábra. Az ábrák jobboldali részén a műszer teljesen sematikus rajza látható. E rajzokon az alhidádé tengelyét V -vel, a limbusz tengelyét V' -vel jelöltük.

5. Kötő és irányító csavarok.

Szögméréskor a szögek szárait jelző pontok beirányítandók s utána az indexek leolvasásával az alhidádé eme helyzete megrögzítendő. Az irányzás abból áll, hogy a H és a V tengely körüli forgatással a távcsövet úgy állítjuk, hogy a beirányzandó pont képe a függőleges szálon legyen és pedig a szálkereszt metszéspontjának közvetlen közelében. A távcsőnek ilyen módon való beállítása pusztán szabadkézzel nem végezhető el kellő pontossággal, hanem szükséges olyan szerkezeti rész, mely a *parány-mozgatást* lehetővé teszi. Erre a célra szolgálnak az *irányító, vagy parány-csavarok*. A beirányzás elvégzése után az alhidádét helyzetében rögzíteni kell, nehogy a leolvasással járó műveletek alatt helyzetében elmozdulások következessenek be; erre a célra valók a *kötő csavarok*.

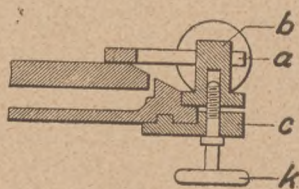
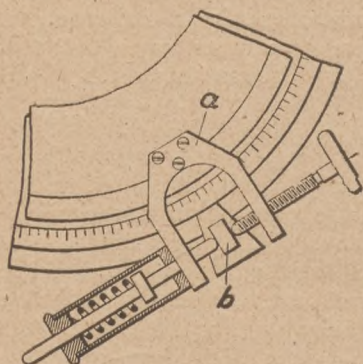
A geodéziai műszereken szokásos kötő és irányító csavarrendszereken a forgó résznek, a mozdulatlan részhez való kötése után ugyanazon elforgatás parányi módon elvégezhető az irányító csavarral. Az irányító csavar eredményesen csak akkor használható, ha a kötő csavart megszorítottuk.

A kötő és irányító csavarrendszerek vagy *tengely- (axiális) fékkel*, vagy *kerületi (periferiális) fékkel* készülhetnek. Az előbbinél a kötés magán a tengelyen történik, tehát biztonságosabb, mint a tengelytől nagyobb távolságban, rendesen a limbusz peremén létesített periferiális kötés.



9. ábra. Tengelyfékes kötő és irányító csavar.

Tengelyfékes kötő és irányító csavarrendszert mutat a 9. ábra, mely az alhidádénak a talphoz való kötését és parányi módon való mozgatását mutatja alaprajzban és metszetben. A tengelyfék, egyik végén mereven kapcsolt gyűrűből áll, mely a talp hengeres törzsén fekszik s amelynek másik végén húzó csavar hatol át. E csavar meghúzásával a gyűrű két felét összeszorítjuk, tehát azt ráfeszítjük a talp törzsére, s így erős surlódást létesítünk, mely a gyűrűt a talpon rögzíti. E hosszú szárú csavart tárcsás fejjel látják s ezt a fejet szokás kötő csavarnak nevezni. A parány-mozgató berendezés a gyűrűre szerelt lemezen van. E lemez kinyúlik egészen a limbusz pereméig s itt két felálló prizmatikus testecske van rajta. E két test közé nyúlik



10. ábra. Kerületi fékkel felszerelt kötő és irányító csavar.

egy harmadik, a köztük levő nyílásnál vékonyabb prizmatikus testecske, amelyik az alhidádéhoz van erősítve. Ha a kötő csavart megszorítjuk, akkor a megkötendő rész még elforgatható és pedig olyan mértékkel, melynek a testecskének a lemez nyúlványok közt való játéka szab határt. Az alhidáde eme nyúlványának a felálló lemezekbe ágyazva, az egyik oldalon egy csavar, másik oldalon egy rugó által szorított pecek támad. E csavarral az alhidáde (vagy a limbusz) parányi módon forgatható, ha a kötő csavar meg van húzva. Ez a csavarszerkezet irányító csavarja.

Kerületi (perifériális) fékkel felszerelt kötő és irányító csavarrendszert mutat a 10. ábra, melyen az alhidádénak a limbuszhoz (a talphoz) való kötése látható.

A limbusz peremének hornyaiba két lemez kapaszkodik (*b* és *c*), melyeket húzó csavar (*k*) összeszoríthat, vagy megtagíthat. A megszorítás után erős surlódás létesül, tehát a két lemez helyzetében rögzítődik. Ez a húzó csavar a szerkezet kötő csavarja.

A felső lemezből a *b* rész áll ki s belenyúlik az alhidádéhoz erősített két ágú villába. A kötő csavar meghúzása után az alhidáde csak annyit foroghat, amennyit e felnyúló testecske játéka megenged. A felnyúló testecskét a két ágú villa nyúlványaiban ágyazott csavar és rugós pecek fogja közre. A *i* csavarral az alhidáde parányi módon úgy az egyik, mint a másik értelemben forgatható, ha a kötő csavar meg van szorítva. Ez a csavar a szerkezet irányító csavarja.

Az egyszerű teodoliton, valamint az ismétlőn is, csak két kötő és irányító csavar van. Az egyik, az ú. n. vízszintes kötő és irányító az alhidádét köti a talphoz, másik, az ú. n. magassági kötő és irányító csavar pedig a fekvő tengely körüli forgatást rögzíti.

A szorzó rendszerű teodolitokon ezeken kívül még a limbusznak

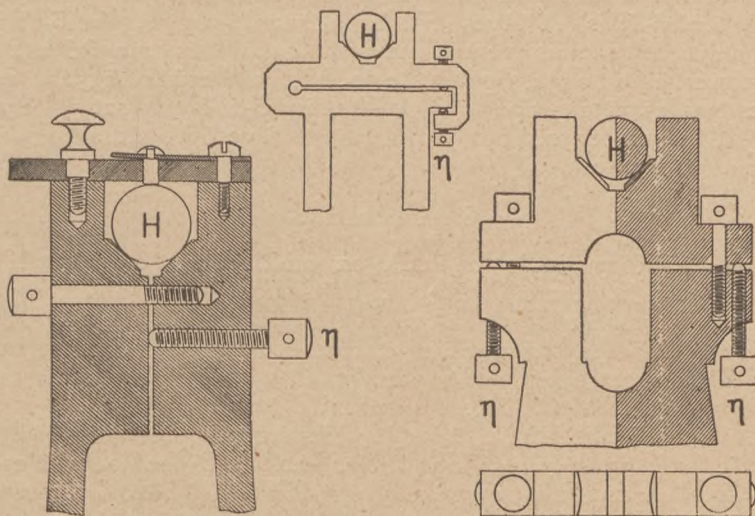
is van külön kötő és irányító csavarja, mely a limbuszt a talphoz köti, vagyis ezen *három* kötő és irányító csavart találunk.

6. A fekvő tengely igazító csavarjai.

A fekvő tengely hengeres csapjai — úgy mint az álló tengelyé — edzett szerszámacélból készülnek.

A fekvő tengely csapágya úgy készítendő, hogy a hengeres csapok lehetőleg kevés pontban érintkezzenek a csapággal. E célból a felfekvési felület szintén hengeres, melynek tengelye merőleges a fekvő tengelyre. Ez által minden csap-vég két-két pontban érintkezik csapággyával.

A fekvő tengelynek merőlegesnek kell lennie az álló tengelyre. Az egyszerűbb teodolitokon a csapággy felületek megfelelő lecsiszolá-



11. ábra. A fekvő tengely igazító csavarjai.

sával érik azt el s ezeken utólag igazítani nem tudunk. A nagyobb teodolitokon az igazítás csavarokkal végezhető, vagyis magunknak is módunkban van a merőlegességtől való eltérést megjavítani. Az igazítás alapelve az, hogy megfelelő csavarokkal (az η igazító csavarokkal) az egyik csapágyat s vele a benne fekvő tengely végét kis határok közt emeljük, illetve süllyesztjük. Az igazító berendezések különbözőképen készíthetők, a fontosabb típusokat a 11. ábra mutatja.

7. A távcső

Szerkezetét már ismerjük. A teodolitokon használatos távcsövek rendszeren Ramsden okulárisal készülnek, nagyításuk a kisebb műszereken 15–25-szörös, a nagyobbakon 30–45-szörös.

A teodolit távcsöve lehet közvetlenül áthajtható, vagy kiemeléssel áthajtható. Áthajtás alatt azt a műveletet értjük, amikor a távcsövet a fekvő tengely körül 180° -ra átforgatjuk. Ha a távcső tartó oszlopai eléggé magasak, akkor ez a művelet közvetlenül elvégezhető, ellenkező esetben csak úgy, hogy a távcsövet előbb kiemeljük, az áthajtást a levegőben elvégezzük s utána a távcsövet csapágyaiba visszahelyezzük.

A teodoliton a távcsővel a következő műveletek végezhetők:

1. a távcső forgatható a fekvő tengely körül,
2. a távcső forgatható a függőleges tengely körül,
3. a távcső áthajtható (H körüli 180° -ra való átforgatás),
4. a távcső átfektethető (a távcső mértani tengelye körüli átforgatás, a tengely-csapok felcserélődnek).

A teodolit távcsőjével bármely pontot két állásban lehet beírnyítani, t. i. a *rendes állásában* (*I. távcső-állás*) és az *áthajtott állásában* (*II. távcső-állás*). A távcső *rendes állásának*, vagy *I. távcső-állásnak* azt a helyzetét szokás venni, melynél a kötő és irányító csavarok (a vízszintes és a magassági) a legjobban a kezünk ügyébe esnek. A távcső *áthajtott állásának*, vagy *II. távcső-állásnak* azt a helyzetét nevezzük, melybe az elsőből jutunk, ha a távcsövet áthajtjuk és az alhidádét átforgatjuk.

8. A libellák.

A teodoliton mindig találunk az alhidádéhoz erősített libellát (esetleg libella keresztet), a jobb fajtákhoz pedig a H tengelyre helyezhető *tengelylibella* is tartozik. A műszerre állandóan erősített libellákat *alhidáde-libelláknak* nevezzük s ezeket a mérés alatt az álló tengely függőlegessé tételére használjuk. A tengelylibellának akkor vesszük hasznát, ha a műszert igazítani akarjuk.

Az alhidádelibella a kisebb műszereken szelencés libella is lehet, de érzékenysége legalább $3'$ -nek kell lennie. Ha csöves libellát alkalmazunk, akkor érzékenysége $20''$ — $40''$ között választandó.

A tengelylibella érzékenysége $5''$ — $15''$ közt változik.

9. Noniuszok, illetve mikroszkópok.

A kisebb műszereken noniuszokat, a nagyobbakon mikroszkópokat találunk leolvasó berendezésül. Szerkezetüket már kellően részleteztük, itt csak azt említem meg, hogy úgy a vízszintes körön, mint a magassági körön mindig két, diametrál elhelyezett indexet alkalmazunk s ennek megfelelően úgy a vízszintes körön, mint a magassági körön két-két leolvasó berendezés (két-két noniusz, vagy két-két mikroszkóp) van.

10. Magassági kör.

Amennyiben a teodoliton magassági szögek mérésére is fel akarjuk használni, az magassági körrel is felszerelendő. Ennek részletezését

most mellőzöm s csak azt említem meg, hogy a magassági kört a távcső tengelyére *mereven* szökás erősíteni, azaz míg méréskor a vízszintes kör mozdulatlan s az indexek mozognak, addig a magassági körnél az indexek mozdulatlanok és a magassági kör mozog.

41. §. A teodolit vázlatos rajza. Jelölések.

A 12. ábrán kettős tengelyű teodolitot vázlatos ábrázolásban látunk. A további tárgyalások megkönnyítésére a teodolit egyes részeit, tengelyeit állandóan ugyanazon betűkkel fogjuk jelölni. A jelzések a következők lesznek:

V az alhidáde forgástengelye,

V' a limbusz forgástengelye,

H a fekvő tengely,

η a fekvő tengely

igazító csavarja,

J a távcső irányvonala,

h és v a távcső vízszintes, illetve függőleges szála,

S_v a távcső függőleges irány síkja,

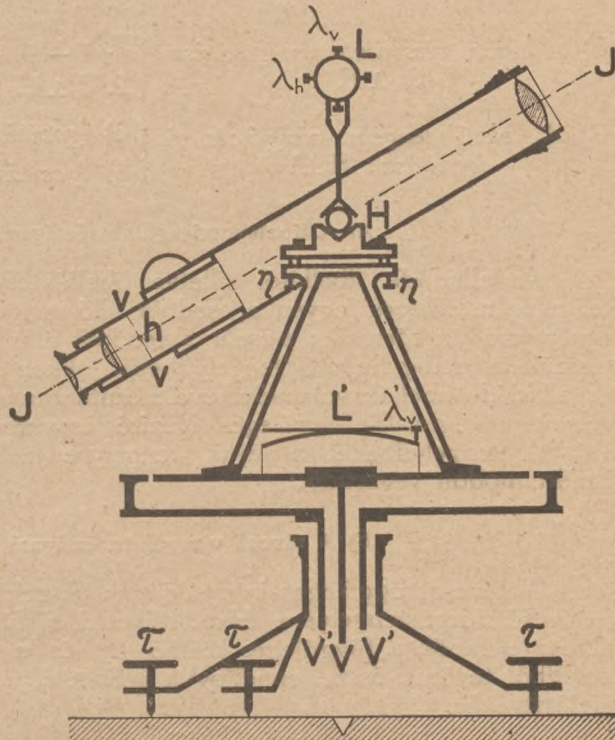
κ_h és κ_v a szálkereszt igazító csavarjai,

L' az alhidáde libella tengelye,

λ_v az alhidáde libella függőleges igazító csavarja,

L a tengely libella tengelye,

λ_v és λ_h a tengely libella függőleges és vízszintes igazító csavarjai.



12. ábra. A teodolit vázlatos rajza.

42. §. A teodolit vizsgálata és igazítása.

A teodolit tengelyeinek bizonyos geometriai vonatkozásokat kell kielégíteniök s ezért használatbavétel előtt a teodolit ezekre megvizsgálandó és kiigazítandó. A teodolittól azt kívánjuk meg, hogy mérés alatt a távcső irány síkja függőlegesen legyen. Tekintve, hogy a felállításkor az álló tengelyt függőlegessé tesszük, a fenti követelmény ki lesz

elégítve, ha a távcső függőleges irány síkja merőleges a fekvő tengelyre ($S_v \perp H$), továbbá ha a fekvő tengely merőleges az alhidáde függőleges tengelyére ($H \perp V$). E két követelmény kielégítése okvetlenül szükséges.

A felállítás és az igazítás gyorsítása és kényelmesebbé tétele céljából a teodolit libelláit is ki szoktuk igazítani és pedig az alhidáde libellát az álló tengelyre ($L' \perp V$), a tengelylibellát a fekvő tengelyre ($L \parallel H$).

A teodolit vizsgálatának és igazításának teljes sémája a következő:

- A) A libellák vizsgálata és igazítása $\begin{cases} 1. L' \perp V (\lambda_v') \\ 2. L \parallel H (\lambda_h, \lambda_v) \end{cases}$
- B) A távcső vizsgálata és igazítása: $\begin{cases} 1. v \perp H \text{ (forgató igazítás)} \\ S_v \perp H \\ 2. J \perp H (\kappa_h) \end{cases}$
- C) A fekvő tengely vizsgálata és igazítása: $\begin{cases} a) \text{ Igazítás tengelylibellával.} \\ H \perp V \\ b) \text{ Igazítás kitűzött függőlegessel} \end{cases}$

A) A libellák vizsgálata és igazítása.

Az alhidáde libellától (illetve libelláktól) azt kívánjuk, hogy tengelye merőleges legyen a teodolit álló tengelyére. Az igazítás az ismert módon történik; először a teodolit álló tengelyét függőlegessé tesszük és pedig ha van tengelylibella, akkor avval, ha nincs, akkor az alhidáde libellák valamelyikével; ezután az alhidáde libellák buborékjait a megfelelő függőleges igazító csavarokkal középre állítjuk.

A tengelylibellát a fekvő tengelyre kell kiigazítani, ami az ismert módon végzendő.

B) A távcső vizsgálata és igazítása.

A távcső függőleges irány síkjának S_v -nek merőlegesen kell állni a távcső forgástengelyére H -ra. Mivel a S_v függőleges irány sík két alkotó elemből, a függőleges szálból (v) és a reá merőleges irányvonalból tevődik össze, ennél fogva a $S_v \perp H$ követelmény akkor van kielégítve ha

$$1. v \perp H$$

és

$$2. J \perp H$$

miért is a távcső vizsgálata áll a. a függőleges szál vizsgálatából, b. az irányvonal vizsgálatából.

a. A függőleges szál vizsgálata.

A $v \perp H$ vizsgálatban a következő eljárás követendő.

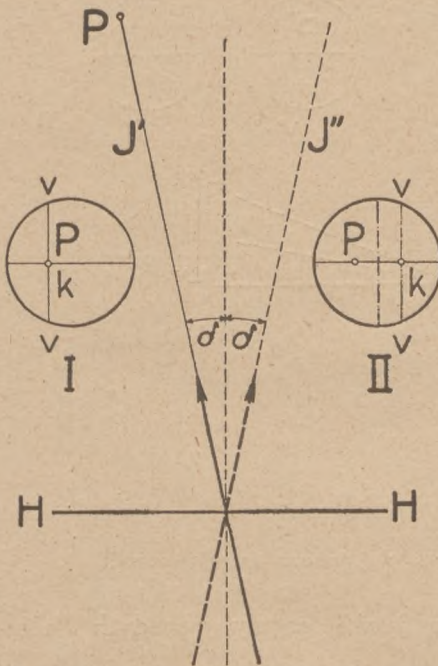
A műszer tetszőleges, de szilárd elhelyezése után a távcsövet ráirányítjuk valamely szabatos megjelölésű pontra úgy, hogy képe a függőleges

szál valamely szélső (felső, vagy alsó) részén legyen. Ezután a távcsövet a magassági irányító csavarral forgatjuk a fekvő tengely körül. Ha e forgatás alatt a pont képe állandóan rajta marad a függőleges szálon, úgy az máris merőleges a fekvő tengelyre; ha elmozdul róla, akkor igazítás végzendő (13. ábra). Az igazítás vagy a diafragma-gyűrűnek a szálcsőben, vagy az egész szálcsőnek a főcsőben való forgatásával történik.

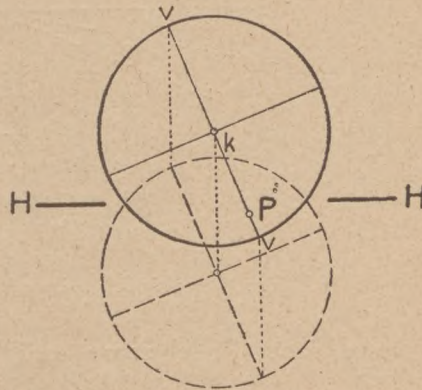
b. Az irányvonal vizsgálata.

Az irányvonalat *kollimáció-tengelynek* is nevezik s ezért ha nem merőleges a fekvő tengelyre, a mutatózó szögeltérést (δ) *kollimáció hibának* is mondják. Az irányvonalnak kollimáció hibára való megvizsgálása különbözőképpen történhet aszerint, amint a fekvő tengely átfektethető, vagy át nem fektethető.

1. A távcső tengelye (H) átfektethető. A távcsővel ráirányítunk valamely jól látható távoli,



14. ábra. A kollimáció hiba vizsgálata átfektetéssel.



13. ábra. A függőleges szál vizsgálata.

a műszer tengelyével közel egy magasságban levő pontra úgy, hogy képe a szálcsereszt metszéspontjában legyen. Ezután a távcsövet kiemeljük csapágyaiból s nagyon ügyelve minden rázkódtatás elkerülésére, a tengelyt a levegőben megfordítva helyezzük vissza csapágyaiba. E művelet által a fekvő tengelyre merőleges tengely körül átforgatást végeztünk s így kollimációhiba esetén a pont képe a függőleges szálról lemozdul (14. ábra). A mutatózó eltérés kétszeres mértéke a kollimáció hibának; az igazítás abból áll, hogy a szálcsereszt vízszintes igazító csavarjaival a függőleges szálat az eltérés felére állítjuk (a 14. ábrán az eredmény-vonallal jelzett helyzetbe).

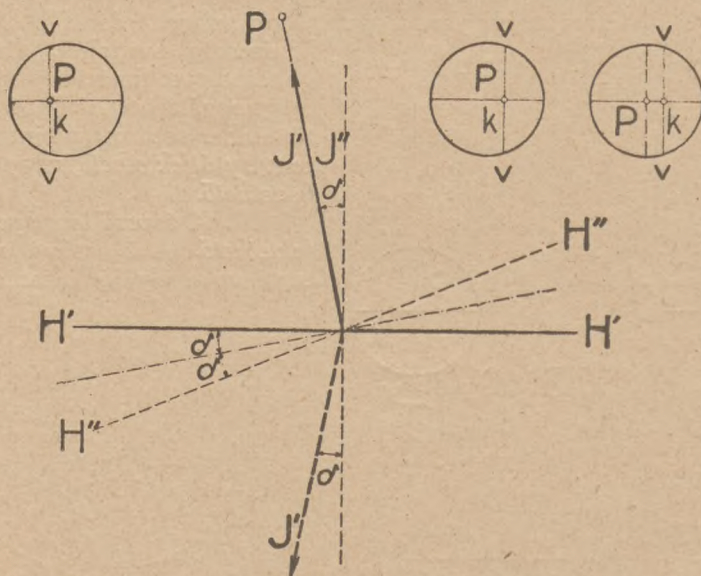
2. A távcső tenyelye (H) nem fektethető át. Ez esetben a leolvasó berendezések segítségével megmérjük a kollimációhiba nagyságát.

Az elvégzendő műveletek a következők:

1. A távcsővel beirányítunk valamely távoli, jól látható, a H tengellyel közel egyenlő magasságú pontot úgy, hogy képe a szálkereszt metszéspontjában legyen. A távcső ezáltal a J' , a fekvő tengely a H' helyzetbe jut (15. ábra).

2. A beirányzás után mind a két indexen teljes leolvasást teszünk. E teljes leolvasások számtani közepe l^I legyen.

3. A távcsövet a fekvő tengely körül áthajtjuk. A távcső ezáltal



15. ábra. A kollimáció hiba vizsgálata áthajtással és átforgatással.

a vonalkázott J' helyzetbe kerül, a fekvő tengely marad H' helyzetben.

4. Az alhidádét átforgatjuk a függőleges tengely körül s újra beirányítjuk a P pontot úgy, hogy képe a szálkereszt metszéspontjában legyen. A távcső irányvonala az J' -vel azonos helyzetbe kerül, a fekvő tengely pedig a H'' helyzetbe, mely az első helyzetével 2δ szöget zár be, ha δ a kollimációhibát jelenti.

5. Leolvassuk a két index állását s a két teljes leolvasás számtani közepét vesszük. Legyen ez l^{II} .

Ha az l^{II} azonos a l^I -vel, úgy kollimáció hiba nincs. Ha nem azonosak egymással, akkor az eltérés a kollimáció hiba kétszerese, azaz

$$\delta = \frac{1}{2} (l^{II} - l^I)$$

Az igazítást végrehajtandó, a fekvő tengelyt a felező helyzetbe kell állítani. Ezt a legegyszerűbben úgy végezhetjük, hogy az első indexen a második távcső-állásban nyert leolvasásból levonjuk a kollimációhibát (előjelét tekintetbe véve) s az indexet e leolvasásra állítjuk. Most a távcsőbe tekintve a pont képe nem lesz a szálkereszt metszéspontjában s az eltérés a kollimációhiba egyszeres értékét jelenti. Ezután a vízszintes igazító csavarokkal a függőleges szálát a pont képére állítjuk.

C) A fekvőtengely vizsgálata ($H \perp V$).

A fekvő tengely vizsgálata kétféle lehet, aszerint, amint a műszeren van tengelylibella, vagy nincs tengelylibella. Az első esetben a vizsgálat nemcsak kényelmesebb, de pontosabb eredményt is nyújt, ezért a jobb teodolitot tengelylibellával mindig felszerelünk.

a) A vizsgálat és igazítás tengelylibellával történik.

A végzendő műveletek a következők:

1. a tengelylibellát kiigazítjuk a fekvő tengelyre ($L \parallel H$).
2. Az álló tengelyt V -ét a tengelylibellával gondosan függőlegessé tesszük.

3. Ha a műveletek után a tengelylibella buborékja közepén áll, akkor a H vízszintes, s így máris merőleges V -re. Ha nem áll közepén, akkor az η igazító csavarokkal a H fekvését a libellával együtt addig változtatjuk, míg a buborék közepre nem mutat.

b) A vizsgálat és igazítás kitűzött függőleges segélyével történik.

Ez esetben valamely kitűzött függőlegest használjuk fel a fekvő tengely vízszintesessé tételére, de kell, hogy a $J \perp H$ feltétel ki legyen elégítve.

A műveletek a következők:

1. A kollimáció hibát eltüntetjük, azaz gondoskodunk, hogy J merőleges legyen H -ra.
2. Az álló tengelyt az alhidáde-libellával az ismert módon gondosan függőlegessé tesszük.

3. Megvizsgáljuk, hogy a H vízszintes-e? Ha vízszintes volna, akkor az irányvonalat a H körül forgatva, az függőleges síkot írta le. A műszer előtt hosszú függőt helyezünk el, a távcső szálkeresztjével ennek egy felső pontjára ráirányítunk s aztán a távcsövet a H tengely körül lefelé forgatjuk, ha a szálak metszése lemozdul a függőről, az jele a sík *nem függőleges* voltának, azaz a H tengely *nem vízszintes* voltának. Ez esetben az η csavarokkal igazítunk a H tengely helyzetén.

43. §. A teodolit felállítása.

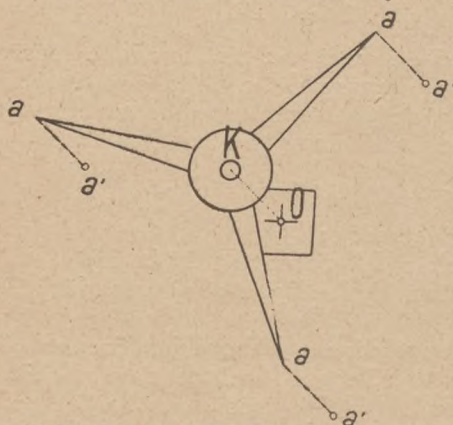
A teodolitot helyesen felállítottnak akkor mondjuk, ha tengelye függőleges és meghosszabbítva a megméréendő szög csúcspontján megy keresztül.

A teodolit felállítása két műveletet kíván, 1. a pontra állítást, 2. a tengely függőlegessé tételét.

A pontra állítás kezdődik az állvány pontra állításával.

Az állvány a szög csúcspontja fölé úgy helyezendő, hogy fejezete közel vízszintes legyen és hogy az összekötő csavar horgára akasztott függő annyira a pontra mutasson, hogy a még hátralévő eltérés a műszernek az állvány fejezetén való tologatásával megszüntethető legyen.

Az állvány kötő csavarjait megengedve, az állványt először



16. ábra. A teodolit állványának pontra állítása.

megközelítőleg állítjuk a pont fölé, csak arra ügyelve, hogy fejezete közel (szemre.) vízszintes legyen. Most az összekötő csavart a fejezet nyílásának közepére állítva, ráakasztjuk a függőt. A mutatkozó eltérést irányra és nagyságra az egyes állványlábak csúcsainál kijelöljük s aztán a lábakat egymásután az új helyzetbe visszük (16. ábra). E művelet gondos elvégzése után rendszeren máris elérjük, hogy a függő elegendő pontossággal a pont fölé mutat, ha pedig nem értük volna el, akkor e művelet megismétlendő.

Ha az állvány már a kellő helyzetben van, a lábakat jól és gondosan beszorítjuk a földbe s utána az állványkötő csavarokat erősen meghúzzuk.

A szilárdan álló állvány fejezetére reáhelyezve a teodolitot, az összekötő csavart a műszerbe csavarjuk s az alhidáde libellák buborékjait nagyjából középre hozva, a műszert addig tologatjuk a fejezeten, míg a függő 1 mm-en belül a pontra nem mutat.

Ezután a tengelyt függőlegessé tesszük az ismert módon az alhidáde libellák segélyével. A függőlegessé tételkor az előkészítés után a pontra állítás ellenőrzendő, s ha eltérés volna, helyesbítendő.

44. §. A teodolittal való szögmérés fontosabb hibaforrásai s az azok kiküszöbölésére szolgáló módszerek.

1. A mérési hibák osztályozása.

A mérés sohasem szolgáltatja a méréssel meghatározandó mennyiség hibátlan értékét, hanem csak olyan eredményt ad arra, mely többé-kevésbé hibás. Ennélfogva mérést végezve, mindig tekintettel kell lenni arra, hogy a mérésben hiba van. A műszerek, a mérési módszerek, a mérést végző egyének alkalmas megválasztásával el lehet érni azt, hogy a mérési eredményben levő hiba kicsi legyen,

annyira kicsiny, hogy annak értéke az illető gyakorlati cél szempontjából elhanyagolható is legyen, de a mérést teljesen hibátlanul elvégezni nem lehet.

A mérési eredményben levő hiba, már a legegyszerűbb fajta mérésekben is nagyon sok, különböző hibaforrás hatásaiból tevődik össze. Ha egy adott esetben a lehetséges hibaforrásokat kutatjuk, azt látjuk, hogy vannak köztük olyanok, amelyek a mérések megismétlése esetén mindig ugyanolyan nagyságú hibát eredményeznek, s vannak olyanok, amelyek a megismétlés alkalmával különböző nagyságú és előjelű hibákat hoznak létre. Vagyis a mérés eredményében levő hibák lehetnek **állandó hibák** és lehetnek **változó hibák**.

Az **állandó hibát** az jellemzi, hogy a mérések megismétlése alkalmával mindig ugyanolyan nagyságú. Például, ha hosszúságot mérünk olyan mérőszalaggal, mely nem teljesen 20 m hosszú, de mi a számításakor a szalag hosszúságát 20 m-nek vesszük, úgy állandó hibát követünk el, mert bármennyiszer ismételve meg a mérést, minden egyes nyert értékben a szalag hossz-hibájából származó hiba ugyanolyan értékű lesz.

A **változó hiba** lehet szabályos jellegű és lehet szabálytalan jellegű. A **szabályos hibát** az jellemzi, hogy a mérés megismétlése alkalmával előjelét is, nagyságát is valami szabályosság szerint változtatja. Például a szalaggal változó hőmérsékletnél mérve, annak hossza mérés alatt változni fog, mert az acél a hő hatására tágul, illetve rövidül. Ha erre tekintettel nem vagyunk, hanem a szalag hosszát állandóan 20 m-nek vesszük, ebből *szabályos hiba* származik.

A **szabálytalan hibát** az jellemzi, hogy az a mérések megismétlése alkalmával úgy a nagyságát, mint az előjelét teljesen a véletlen szerint, azaz egészen szabálytalanul változtatja.

Az állandó és a szabályos hibát a legtöbb adott esetben alkalmas módszerekkel ki lehet küszöbölni s a méréstannak minden esetben feladata kikutatni az illető mérésben előfordulható állandó és szabályos hibákat s gondoskodni arról, hogy azokat az eredményből a lehetőségig kiküszöböljük. A kiküszöbölésre három eljárást követhetünk: 1. megszüntetjük a hibaforrást a műszer kiigazításával, 2. módszerrel keresünk a hibaforrás hatásának megszüntetésére, 3. kiszámítjuk a szabályos hiba nagyságát s vele az eredményt megjavítjuk.

A szabálytalan hibát alkalmas műszerek, eljárások választásával lehet kicsinyíteni, de teljesen kiküszöbölni sohasem lehet. A szabálytalan hiba okozza azt, hogy a méréstől nem lehet határozott eredményt várni, hanem csak bizonyos határok közt változót. A következőkben röviden tárgyalni fogjuk a teodolittal való szög mérés fontosabb állandó és szabályos hibáit s felelmitjük — amennyiben van — a kiküszöbölés módszerét is.

2. A függőleges iránysík merőlegességi hibája (S_v nem $\perp H$ -ra).

A függőleges iránysíknak a fekvő tengelyre nem merőleges volta vagy onnan származik, hogy v nem merőleges a H -ra, vagy onnan, hogy J nem merőleges H -ra.

A függőleges szál nem merőlegességéből ($v \text{ nem } \perp H$) származó hiba rendszeresen jelentéktelen, mert az igazítást kielégítő módon lehet végrehajtani. Az igazításból esetleg még visszamaradó kis ferdeség hatását teljesen kiküszöbölhetjük, ha mindig a függőleges szál ugyanazon pontjával, nevezetesen a szálkereszt metszéspontjával végezzük el az összes irányzásokat. Ez a magyarázata annak, hogy a csupán vízszintes szögmérésre szolgáló teodolitot is mindig felszerelik vízszintes szállal, bár elvileg a vízszintes szögméréshez csak függőleges szál kell.

Az irányvonal merőlegességi hibája, az ú. n. *kollimáció hiba* ($J \text{ nem } \perp H$) kiváló figyelmet igényel. A megméréendő szögre való hatása a beirányzandó irányok meredekségétől (magassági, illetve mélységi szögétől) függ, minél nagyobb az, annál nagyobb a méréssel nyert szögérték hibája.

A *kollimációhiba* kiküszöbölhető két távcső-állásból való méréssel (két irányzással, de úgy, hogy a második irányzás előtt a távcsövet áthajtjuk és az alhidádét átforgatjuk).

3. A fekvő tengely merőlegességi hibája ($H \text{ nem } \perp V\text{-re}$).

A fekvő tengely merőlegességi hibája, vagy az igazítás tökéletlen elvégzéséből, vagy szerkezeti okokból, nevezetesen a csapgyűrű-átmérők nem egyenlő voltából származhat.

A fekvő tengely merőlegességi hibája folytán a H tengely nem lesz vízszintes, avval valami kis szöget zár be s emiatt az irányvonalnak a H körüli forgatással leírt síkja nem lesz függőleges sík.

A fekvő tengely merőlegességi hibájának a mérendő szögre való hatása szintén a beirányzandó irányok meredekségétől függ.

A H merőlegességi hibája, mint az „ $J \text{ nem } \perp H$ ” két távcső-állásból való méréssel kiküszöbölhető, mert az áthajtás átforgatás utáni beirányzáskor abszolút értéke változatlan marad, de előjele ellenkezőre változik.

4. A távcső külpontos elhelyezésének hatása.

A távcsövet külpontos elhelyezésűnek akkor mondjuk, ha a távcső függőleges irány síkja nem megy át a teodolit függőleges tengelyén. A külpontos elhelyezés lehet *szándékos* — pl. az asztronómiai műszereken — de lehet *szerkezeti hiba* is, az utóbbi esetben a külpontosság mértéke (azaz a függőleges tengelynek a függőleges irány síktól való merőleges távolsága) csekély, legfeljebb pár mm.

A távcső külpontosságának hatása áthajtás-átforgatással, vagyis két távcső-állással való méréssel küszöbölhető ki.

5. Az alhidádetengely külpontosságának hatása.

Az alhidádetengelytől megkívánjuk, hogy a beosztott kör (limbusz) középpontján haladjon át. E feltétel kielégítése esetén az alhidádetengelyt *központosnak* (centrikusnak), ellenkező esetben *külpontosnak* (excentrikusnak) mondjuk.

Az alhidáde tengely külpontossága a vízszintes szögmérés legveszedelmesebb hibaforrásai közé tartozik, mert már néhány század mm-es külpontosság esetén is, az ebből származó hiba sokszorosan felülmulhatja a leolvasó berendezéssel elérhető pontosságot.

Az alhidáde tengely külpontosságának hatását ki lehet küszöbölni szimmetriásan elhelyezett indexeken való leolvasásokkal. Tehát két diametrál fekvő, vagy három 120° — 120° -ra fekvő, vagy négy 90° — 90° alatt álló, stb. indexeken leolvasva a leolvasások számtani közepe mentes lesz a külpontosság hatásától.

Mivel két index alkalmazása teljesen elegendő, a mérnöki gyakorlat műszerein mindig két, egymással 180° -ot bezáró indexet találunk.

6. A felállítás hibája.

A felállítás műveleteinek megfelelően a felállítás hibája 1. a pontra állítás hibájából, 2. az álló tengely függőlegessé tételének hibájából tevődik össze.

A pontra állítás hibájának hatása hasonlatos az előbbeni hibaforráséhoz. Nagysága függ a felállítás külpontosságának mértékétől, függ annak a szögszárhoz való relatív helyzetétől, továbbá függ a beírányzandó pontok távolságától.

A pontra állítás hibájának hatását módszerrel kiküszöbölni nem lehet, ezért a felállításkor a pontra állítás a legnagyobb gonddal végzendő.

A tengely nem függőleges volta miatt egyrészt a limbusz síkja nem lesz a mérés alatt vízszintes, másrészt a távcső irány síkja nem lesz függőleges sík, tekintve, hogy a H nem vízszintes. A limbusz nem vízszinteséből származó hiba csak csekély értékű, szóba alig jöhet, ellenben a második hatás már lényeges értékű hibákat hozhat létre, különösen, ha az irányzások meredek.

Az áthajtás-átforgatás ezt a hatást nem küszöböli ki, mert az átforgatás az alhidáde tengely körül történik s ezért a második távcső-állásban a tengelyhajlás ugyanolyan értelmű és nagyságú marad.

A V tengely nem függőleges voltának hatását módszerrel kiküszöbölni nem lehet, tehát a tengely függőlegessé tétele szintén nagy gonddal végzendő.

7. Az állvány elcsavarodásából származó hiba.

A teodolit állványát mérés alatt a napsütésből származó s folyton változó egyoldalú felmelegedés deformálhatja s e deformálódásnak az állvány parányi elforgatását létrehozó komponense különösen veszedelmes hibaforrása a vízszintes szögmérésnek. Ha a teodolit körének átmérője 200 mm s ha az elcsavarodás miatt a beosztás 0 pontja csak egy mikronnal (0,001 mm) mozdul el, úgy ez szögben 0,000010-nek, azaz 2"-nek felel meg, tehát felülmulhatja a leolvasó képességet.

Tekintve, hogy az állványelcsavarodás főként a változó felmelegedésből származik, azért rövid időközön belül azt egyértelmű, egyenletes mozgásnak vehetjük. E feltevés mellett a belőle származó

hiba kiküszöbölhető, ha a szögnek a II. távcső-állásban való megmérését *ellenkező* értelemben végezzük el, mint az I. távcső-állásban. Ha az I. távcső-állásban az irányzások és leolvasások sorrendje „bal-jobb” volt, a II. távcső-állásban a sorrendnek „jobb-bal”-nak kell lennie, ha e hibát is ki akarjuk küszöbölni.

45. §. Az irányérték.

A teodolittal való vízszintes szögmérés szabályos hibáinak a lehetőségig való kiejtése céljából a szögmérést két távcső-állásban kell elvégezni, úgy hogy a másodikban a szögmérést visszafelé végezzük, továbbá, hogy minden irányzás után mind a két indexet leolvassuk. A mérést ilyen módon végrehajtva, minden irányra négy leolvasást kapunk, kettőt az első távcső-állásban (l_1^I és l_2^I), kettőt a második távcső-állásban (l_1^{II} és l_2^{II}). A szög levezetésére a négy leolvasás számtani közepét használjuk fel s ezt nevezzük **irányértéknek** (l), azaz

$$l = \frac{l_1^I + l_2^I + l_1^{II} + l_2^{II}}{4}$$

Az irányértékből a következő szabályos hibák vannak kiküszöbölve: 1. a kollimációhiba, 2. a H merőlegességi hibája, 3. a távcső külpontosságának hatása, 4. az alhidáde tengely külpontosságának hatása, 5. az állvány elcsavarodásának hibája.

Vizsgáljuk közelebbről az irányértéket. Minden leolvasás két részből tevődik össze, a limbusz leolvasásból (l') és a noniusz-, vagy mikroszkóp-leolvasásból (l''), azaz

$$l = l' + l''$$

Ennélfogva (17. ábra)

$$l_1^I = l_1'^I + l_1''^I = l_1'^I + \quad + l_1''^I$$

$$l_2^I = l_2'^I + l_2''^I = l_1'^I + 180^\circ + l_2''^I$$

$$l_1^{II} = l_1'^{II} + l_1''^{II} = l_1'^I + 180^\circ + l_1''^{II}$$

$$l_2^{II} = l_2'^{II} + l_2''^{II} = l_1'^I + \quad + l_2''^{II}$$

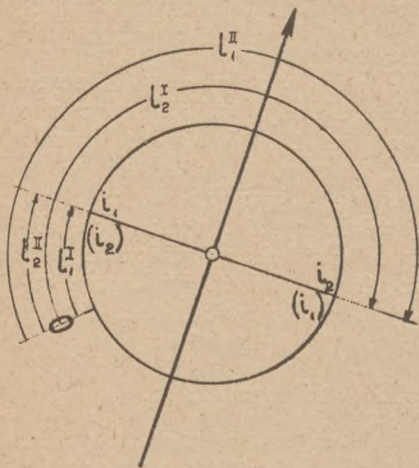
Ámde az irányérték

$$l = \frac{l_1^I + l_2^I + l_1^{II} + l_2^{II}}{4}$$

tehát

$$l = l_1'^I + \frac{l_1''^I + l_2''^I + l_1''^{II} + l_2''^{II}}{4} + 90^\circ$$

Mivel az irányértékeket mindig szögek levezetésére használjuk,



17. ábra. Az irányérték leszármaztatása.

azaz különbségeik lesznek a kívánt gyakorlati eredmények, belőlük minden olyan tagot elhagyhatunk, melyek valamennyiben ugyanazok. Ezért a 90° elhagyható, s az irányérték a következőképpen írható

$$l = l_1'^1 + \frac{l_1''^1 + l_2''^1 + l_1''^{\text{II}} + l_2''^{\text{II}}}{4}$$

Vagyis az irányérték nem más, mint az első távcső-állásban az első indexen nyert limbusz-leolvasás, hozzáadva a négy csonka-leolvasás számtani közepét.

Elvileg tehát teljesen elegendő, ha csupán egyszer végzünk teljes-leolvasást, a többi leolvasások mind csonka-leolvasások lehetnek. Hogy azonban a leolvasások esetleges durva hibái ellen ellenőrzésünk legyen, a második távcső-állásban az első indexen szintén teljes leolvasást végzünk.

Vagyis a leolvasások sémája a következő:

$$\begin{array}{l} \text{I. távcső-állás} \left\{ \begin{array}{l} \text{az 1. indexen: teljes-leolvasás:} \\ \quad l_1'^1 \text{ és } l_1''^{\text{II}} \\ \text{a 2. indexen: csonka-leolvasás:} \\ \quad l_2''^1 \end{array} \right. \\ \\ \text{II. távcső-állás} \left\{ \begin{array}{l} \text{az 1. indexen: teljes-leolvasás:} \\ \quad (l_1'^{\text{II}}) \quad l_1''^{\text{II}} \\ \text{a 2. indexen: csonka-leolvasás:} \\ \quad l_2''^{\text{II}} \end{array} \right. \end{array}$$

A zárjelbe tett leolvasás csak az $l_1'^1$ ellenőrzéséül szolgál, t. i. kell, hogy

$$l_1'^{\text{II}} = l_1'^1 + 180^\circ$$

46. §. A vízszintes szögmérés végrehajtása.

A AOB vízszintes szög megmérése teodolittal a következőképpen végzendő.

A teodolitot a már említett módon felállítjuk a O pont fölé s beirányítjuk a A pontot. Ezután az első indexen teljes-, a másodikon csonka-leolvasást végzünk. Most beirányítjuk a B pontot s ismét teljes- és csonka-leolvasást teszünk. Ezután áthajtjuk a távcsövet és átforgatjuk az alhidádet és az így előállított második távcső-állásban fordított sorrendben végezzük el az irányzásokat, mindig teljes- és csonka leolvasásokat végezve. A leolvasásokat a 94. oldalon feltüntetett mérési jegyzőkönyvbe úgy jegyezzük be, mint azt az ott levő számpélda mutatja.

A leolvasásokból az előbbi paragrafusnak megfelelően kiszámítjuk az A irányhoz tartozó l_A és a B irányhoz tartozó l_B irányértéket s ekkor a keresett szög

$$AOB \sphericalangle = l_B - l_A$$

IV. RÉSZ

A vízszintes mérés módszerei.

I. FEJEZET.

A vízszintes mérés alapelve és osztályozása.

47. §. A vízszintes mérés alapelve.

A vízszintes mérés feladata az, hogy a földi pontok vízszintes vetületeit relative — azaz egymásra vonatkoztatva — meghatározza.

A földi pontok a térszínen kijelölt idomok (telkek, parcellák, már meglevő építmények stb.) jellemző pontjai, melyeket alakjelző pontoknak, vagy részlet- (detail) pontoknak szokás nevezni.

Az alsó-geodéziai vízszintes mérésekben a niveaufelület síknak vehető, tehát a relatív helymeghatározás síkon végzendő.

Ha a meghatározandó pontcsoport kis terjedelmű síkrészen van, akkor a mérést rögtön olyan eljárásokkal végezhetjük el, amelyek közvetlenül a felveendő pontokra vonatkoznak; ha azonban a pontok nagyobb terjedelmű síkrészen vannak, akkor előbb egy alapponthálózat mérendő s az egyes részletpontok erre vonatkoztatva határozandók meg.

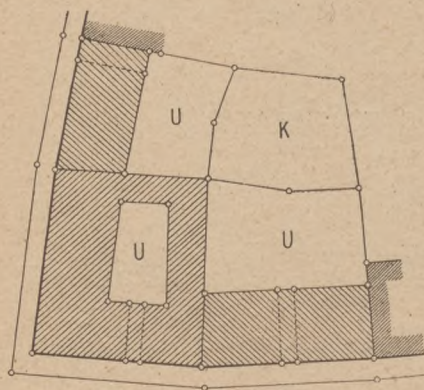
A vízszintes mérésben tehát kétféle pont szerepelhet, nevezetesen alappont (vagy fixpont) és részletpont (vagy detailpont). A tulajdonképeni meghatározandó pontok a részletpontok. Az alappontok jelentősége abban van, hogy általuk a részletmérésben elkerülhetetlen mérési hibák tovább terjedését megakadályozzuk, s lehetővé tesszük, hogy nagy terjedelmű részletfelvétel esetén is az egyes részleteket egymással összefüggésben s kellő pontossággal kapjuk meg.

Az alappontok szerepét legjobban láthatjuk, ha röviden tárgyaljuk azt, hogy valamely nagyobb terjedelmű vízszintes mérést hogyan kell végrehajtani.

Példaképen a városmérést veszem, de azt, amit erre mondunk, általánosítani lehet bármely nagy terjedelmű felvételre.

Tegyük fel tehát, hogy valamely nagyvárost, például a fővárosunkat kellene vízszintes értelemben felmérni. Mik lesznek a részletpontok? A városmérés célja kettős, 1. adatokat kell szolgáltatni a telekkönyv és az adókataszter számára, 2. műszaki alapot kell szolgáltatni a városban szükséges mindenféle technikai tervezések számára. E kettős cél elérésére vízszintes értelemben meg kell határozni a telekhatárpontokat, a művelési ágak határpontjait, a beépítettség határait, felveendő továbbá az utcákat, tereket s az azokon elhelyezett technikai műveket (közlekedési hálózatokat), gáz-, víz-, elektromos vezetékeket, útburkolatokat stb.) jellemző pontok.

Az 1. ábrán egy kis részletet rajzoltunk ki, melyen a felveendő pontok bekarikázással vannak megjelölve.



1. ábra. A felveendő terület egy részlete. A részletpontokat kis körök jelzik.

Eleírásból elképzelhetjük, hogy valamely nagyobb város felvételekor több százezerre tehető a méréssel meghatározandó részletpontok száma. E sok pont meghatározásakor nem lehet azt az elvet követni, hogy a kicsiből (a részletből) haladunk a nagy, az egész felé, mert ha az egyes pontcsoportokat külön-külön meghatározzuk, akkor a részletek összeillesztésekor az elkerülhetetlen mérési hibákhalmozódása és továbbterjedése következtében, a csatlakozó részekben

olyan eltérésekre jutunk, amelyek nagyon felülmulhatják a megkívánt pontosságot.

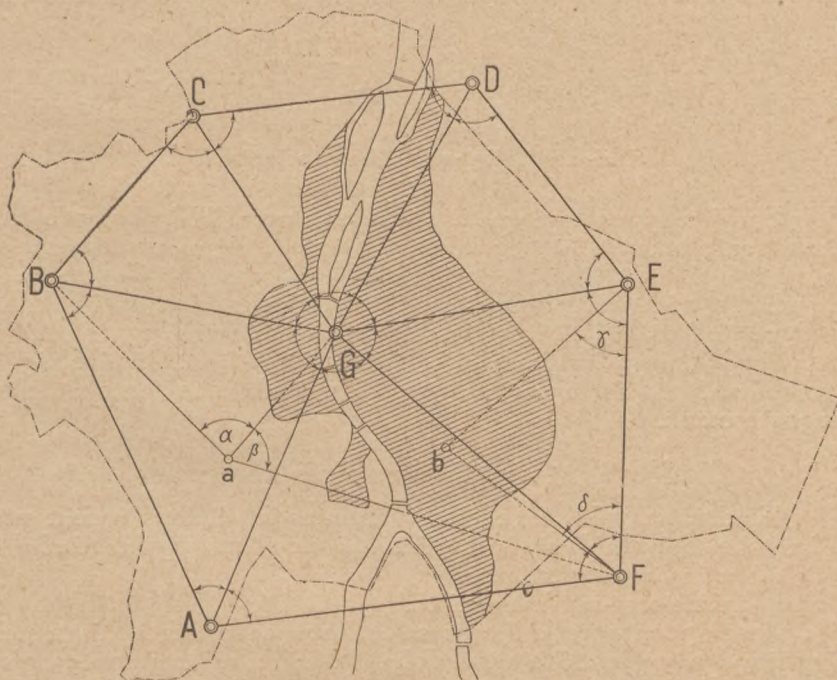
A mérésben tehát fordított elv alkalmazandó, *nagyból kell haladni a kicsi, a részlet felé*. Ez úgy érhető el, hogy a részletmérés előtt nagy gondnal *alappont-hálózatot* létesítünk olyan sűrűséggel, hogy minden részletpont (illetve részletpont-csoport) közelében legalább két alappont legyen. Az alappontokat a részletpontokra való tekintet nélkül választjuk, kiválasztásukkor csak azt tartjuk szem előtt, hogy ezeknek relatív meghatározása nagy szabadsággal történhessen. Ez az alapponthálózat lesz az a merev váz, melyre támaszkodva a részletek relatív meghatározása pontosan és összefüggően végezhető.

Az alappont-hálózat mérésekor szintén „a nagyból a kicsi felé” elvet tartjuk szem előtt.

Először mintegy 7–8 pontot választunk ki *magaslati* helyeken s teljesen függetlenül a részletpontoktól. A 2. ábrán A, B, C, D, E, F, G-vel vannak jelölve. Kiválasztásukkor csak két szempontot veszünk tekintetbe, 1. hogy e pontok jó *kilátó* pontok legyenek, vagyis magaslatokon, esetleg templomtornyokban, vagy külön e célra épített magas faalkotmányon (gúlák) választják őket, 2. hogy őket háromszögekkel összekapcsolva lehetőleg csupa egyenlő oldalú háromszöget alkossanak.

Az így előálló ponthálózatot nevezzük *főalappont-hálózatnak*. A benne szereplő pontok relatív helyét a lehető legnagyobb gonddal határozzuk meg avval a művelettel, amit *háromszögelésnek* nevezünk; nevezetesen megmérjük valamely háromszög oldalnak — az *alapvonalnak*, vagy *bázisnak* — hosszúságát s megmérjük valamennyi háromszögben a három belső szöget.

A főhálózat pontjaiból kiindulva, az *előmetszésnek* nevezett művelettel további alappontokat határozzuk meg. Valamely tetszőleges *b* pont előmetszéssel úgy határozható meg, hogy két főhálózati



2. ábra. Az alappont-hálózat meghatározása.

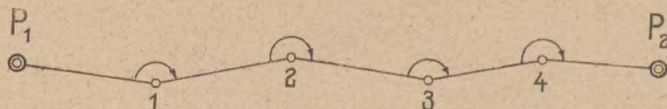
ponton megmérjük a *b* felé és egy főhálózati pont felé haladó irányok közötti szögeket (a 2. ábrán δ és γ).

Gyakorlatilag úgy hajtjuk végre e műveleteket, hogy a szögmérő műszerekkel elmegyünk az összes főhálózati pontokra, s mindegyikből beirányítjuk a város jól látható és irányozható, kiemelkedő (magaslati) pontjait, a templomtornyokat, a kupolacsúcsokat, a gyárkéményeket, a zászlórudakat, a villámhárítókat stb. Az előmetszendő pontok kiválogatásakor arra törekszünk, hogy azok lehetőleg egyenesen legyenek elosztva a város területén.

Ilyen módon a főhálózat néhány pontjából nagyon sok további alappontot határozzuk meg. Ezek a pontok úgyszólván kizárólag magas pontok, már pedig a részletpontok az utca szintjében vannak,

tehát csak olyan pontokra vonatkozólag határozhatók meg, melyek szintén *utcaszínti* pontok.

Az alappontmeghatározás további lépése az, hogy a magas pontokból *hátrametszéssel* utcaszínti pontokat határozunk meg. Valamely a pont (2. ábra) hátrametszéssel úgy határozható meg, hogy felállunk rajta a szögmérő műszerrel s megmérjük azt a két szöget, (α -át és β -át) amelyet három, már ismert alappont felé haladó irány egymással bezár. E két adat, amint később igazolni fogjuk, az a pontot teljesen meghatározza. E mérési eljárással arra kell törekedni, hogy minden 500 m – 1000 m-re ilyen utcaszínti pontokat határozzunk meg.



3. ábra. Alappont-meghatározás sokszögeléssel.

Ennyi alappont még nem elégséges, mert kell, hogy bármely részletpontcsoport előtt legalább két ismert alappont legyen, azaz kell, hogy átlag 100-m re egy-egy vízszintes alappontunk legyen.

Ezt a *végleges* alappont-sűrítést sokszögeléssel végezzük el. A P_1 és P_2 pontok közötti 1, 2, 3, 4 pontokat e művelettel úgy határozzuk meg, hogy megmérjük a $P_1 1$, $1, 2$, $2, 3$, $3, 4$, $4, P_2$ távolságokat, továbbá a 3. ábrán kijelölt szögeket. Ezen adatok e pontokat teljesen meghatározzák.

48. §. A vízszintes mérés felosztása.

Minden nagyobb terjedelmű vízszintes felvételben a fent vázolt eljárást kell követni, vagyis a *vízszintes mérés mindig két részből áll*:

A) *alappont meghatározásból.*

B) *részletpont-meghatározásból.*

Az alappont-meghatározás szolgáltatja azt a merev vázat, melyre támaszkodva végzendő a részletfelvétel; ezért az alappont-meghatározás mindig sokkal pontosabban végzendő, mint a részletmérés.

49. §. Az alappont-meghatározás módszerei.

Az alappontok meghatározására a következő módszerek szokásosak:

1. *A háromszögelés (trianguláció).*

2. *A pontkapcsolások.*

3. *A sokszögelés (polygonálás).*

Az első két meghatározási módszert *trigonometriai* módszernek, a harmadikat *poligonometriai* módszernek is nevezik.

E módszerek közül *önálló módszerek* a háromszögelés és a sokszögelés. A pontkapcsolás csak akkor használható, ha már vannak alappontjaink s ezeket tovább sűríteni kívánjuk. A sokszögelés szintén használható meglevő alappont-hálózattal kapcsolatosan annak sűrítésére.

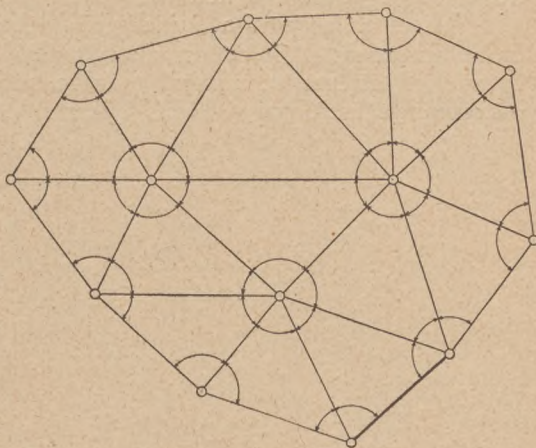
II. FEJEZET.

A háromszögelés (trianguláció).

50. §. A háromszögelés alapelve és lényege.

A háromszögelés geometriai lényege a következőképpen vázolható. Valamely ABC háromszögben legyen adott két pont a koordinátái által. Mérjük meg a háromszög három belső szögét. Nyilvánvaló hogy ezen adatokkal (a két pont koordinátaival és a három belső szöggel) a háromszög harmadik pontja is teljesen meg van határozva, tehát koordinátái a megadott rendszerben kiszámíthatók.

Ha tehát adott valamely pontcsoport s a pontokat háromszögekkel úgy kapcsoljuk, hogy minden háromszög az előálló hálózatnak legalább egy háromszögével közös oldalú (1. ábra), akkor a hálózat egyik (tetszőleges) oldalának és az összes háromszögek belsőszögeinek megmérése a pontcsoportot relatíve — egymásra vonatkoztatva — teljesen meghatározza.



1. ábra. Háromszöghálózat.

A háromszögelésnek kiváló előnye, hogy tetszés szerinti számú pontnak meghatározására csupán egy hosszúság megmérése szükséges, egyébként csupa szögmérés végzendő.

A háromszögelést nagyobb területen végezve, ugyancsak a „nagyból a kicsi felé haladás” elvét kell követni. Például az országos háromszögelésben a feladatunk az, hogy az egész országot behálózzuk olyan háromszögekkel, melyeknek átlagos oldalhosszúsága 3 km-rel egyenlő. Helytelen volna, ha mi rögtön ezt az oldalméretű hálózatot mérnők; a helyes eljárás az, hogy először az országon végig megyünk olyan háromszöghálózatokkal, melyekben az átlagos oldalhosszúság a lehető legnagyobb (átlag 70 km) s természetesen mérésében a legnagyobb gonddal járunk el. E láncolatokat nevezzük főláncolatoknak. Az így előálló kereteket ugyancsak nagy (átlag 50 km oldalhosszú) háromszögekkel töltjük ki, az ú. n. elsőrendű háromszögeléssel. A pontsűrítést tovább a másodrendű hálózat (átlagos oldalhosszúság 25 km), a harmadrendű hálózat (átlagos oldalhosszúság 12 km) végzi. Ha e hálózatok már készen vannak, akkor foghatunk hozzá a negyedrendű háromszögeléshez, melyben az oldalhosszúság átlagos értéke a megkívánt 3 km lesz.

51. §. Az alapvonal és az alapvonalfejlesztő hálózat.

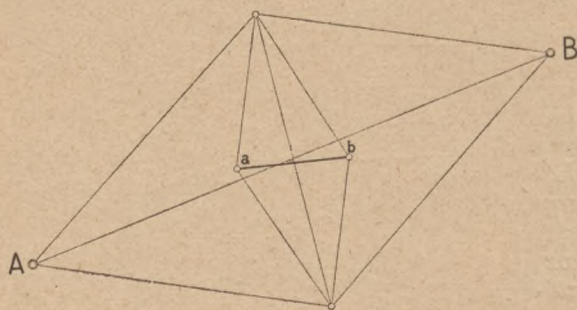
Ama háromszögoldal, melynek hosszát közvetlen hosszméréssel mérjük meg, *alapvonalnak* (bázisnak) nevezzük. Tekintettel a közvetlen hosszmérés nehézségeire, továbbá arra a nagy pontosságra, mely az alapvonal mérésében elérendő, az *alapvonal nem lehet tetszőleges hosszúságú* s e miatt az alapvonal-hossz a legritkább esetben azonos az átlagos háromszögoldal-hosszal. Az országos mérésekben az alapvonal hossza a főláncolatok átlagos oldalhosszának *egy tizede*; az önállóan végzett kisebb háromszögelésekben pedig — például azokban, amelyek a mérnöki gyakorlatban előfordulhatnak — az átlagos oldal-hosszúság *egy ötödére* kell azt venni.

Mivel az alapvonal mindig rövidebb, mint az átlagos háromszög-
oldal hosszúsága, azért az alapvonalról különleges háromszög háló-
zattal kell áttérni az átlagos oldalhosszra. Ezt a különleges hálózatot *alapvonal-fejlesztő* (vagy *bázis-fejlesztő*) *hálózatnak*, az általa levezetett

oldalt pedig *fejlesztett alapvonalnak* nevezzük.

A fejlesztő háló-
zat szokásos alakját a 2. ábrán látjuk, ahol *a b* a mért, *AB* a *fejlesztett* alapvonal.

Az alapvonalmérés esetleg elmaradhat, ha a háromszöge-
lésünket az országos hálózathoz csatlakoztatjuk úgy, hogy abból



2. ábra. Alapvonalfejlesztő hálózat.

két pontot átveszünk. Ez esetben az átvett két pontnak (a koordiná-
táiból levezethető) távolsága lesz amaz alaphossz, melyből pontjainkat meghatározhatjuk.

52. §. A háromszöghálózat számítása.

A számítás célja az, hogy minden pont számára koordinátákat állapítsunk meg. A koordináta-rendszert tetszőlegesen választhatjuk, ha nem csatlakoztattuk hálózatunkat már meglévő felsőrendű hálózathoz.

A koordináta-számítás előtt a mérési eredmények kiegyenlítendőek. Ugyanis a mérési hibák miatt az egyes háromszögek belső szögeire nyert mérési eredmények összegben nem fognak 180° -ot adni. Az ebből származó határozatlanságot elkerülendő, a mért szögek meg-
javítandók úgy, hogy összegük 180° legyen. E célból valamennyi háromszögre nézve kiszámítjuk az ω szögzáró hibát, t. i.

$$\omega = 180^\circ - (\alpha' + \beta' + \gamma')$$

— ahol α', β', γ' az egyes szögekre nyert mérési eredményeket jelenti —

s az egyes szögeket $\frac{\omega}{3}$ -vel megjavítjuk. Azaz a megjavított (kiegyenlített) szögek: $\alpha = \alpha' + \frac{\omega}{3}$, $\beta = \beta' + \frac{\omega}{3}$, $\gamma = \gamma' + \frac{\omega}{3}$.

A koordináta-számítást mindig a kiegyenlített szögértékekkel kell elvégezni.

A koordináta-számítás avval indul meg, hogy először a *kezdő pontpárnak*, azaz két oly pontnak koordinátáit határozzuk meg, melyek ugyanazon háromszögben vannak s aztán egy egységes számítási eljárással számítjuk ki a többi pontok koordinátáit.

Ha a háromszögelést önállóan végeztük, akkor *kezdő pontpárnak* az alapvonal két végpontját (*A* és *B*) kell választani. Mivel a koordináta rendszer¹ ez esetben szabadon választható, felvesszük y_A -t, x_A -t és α -át (az *AB* oldal *irányszögét*²).

$$\begin{aligned} y &= p \\ x &= q \\ (AB) &= \alpha \end{aligned}$$

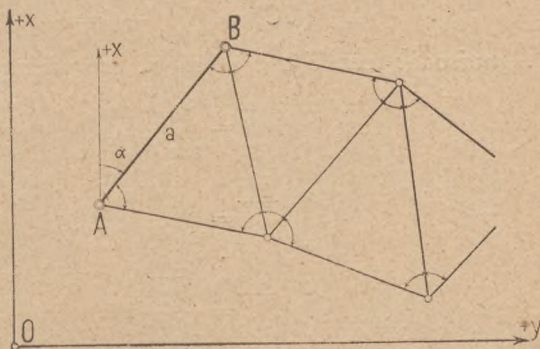
E felvétel után számítjuk y_B -t és x_B -t; t. i.

$$\begin{aligned} y_B &= y_A + a \sin \alpha \\ x_B &= x_A + a \cos \alpha \end{aligned}$$

ahol *a* az alapvonalnak a mérésből ismeretes hosszát jelenti.

Ha a háromszögelés nem önálló, hanem felsőrendű háromszögeléshez csatlakozó, akkor két pont koordinátája (s vele a koordináta rendszer) máris adott. Természetesen amennyiben az átvett két pont nem volna ugyanazon háromszögben, akkor belőlük két olyan pontkoordinátája vezetendő le, melyek már egyazon háromszögben vannak.

Ha már ismerjük a kezdő pontpár koordinátáit, akkor az összes



3. ábra. A kezdő pontpár koordinátáinak megállapítása és számítása.

¹ A geodéziában pozitív y tengelynek azt az egyenest szokás választani, mely a pozitív x tengellyel a pozitív forgás értelmében (az óramutató járásával egyező értelemben) zár be 90° -ot. Ezért a $+x$ és a $+y$ tengelyek egymásra következése ellentéző avval a felvétellel, ami a matematikában szokásos.

² *Irányszög* alatt a koordinátaszámításokban mindig az α szög értendő, melyet az irány végpontjába önmagával párhuzamosan eltoló pozitív x tengely az illető iránnyal bezár és pedig az óramutató járásával egyező értelemben.

további pontok koordinátáit egységes, többször megismételt számítással határozzuk meg.

Nevezetesen a további pontokra nézve a feladat mindig a következő: valamely háromszögben (4. ábra) adott a A és a B pontnak y_A, x_A , y_B és x_B koordinátája és adott a három belső szög ú. n. kiegyenlített értéke (t. i. α, β, γ), kiszámítandók a C pont koordinátái.

A számítás során az első teendő az irányszögek számítása. A AB oldal irányszögét a A és a B pontok koordinátáiból számíthatjuk és pedig

$$(AB) = \arctg \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

A többi irányszögek

$$(AC) = (AB) - \alpha$$

$$(BC) = (BA) + \beta = (AB) \pm 180^\circ + \beta$$

A második teendő a távolságok számítása:

$$\overline{AB} = \frac{y_B - y_A}{\sin (AB)} \text{ vagy } = \frac{x_B - x_A}{\cos (AB)}$$

$$\overline{AC} = \frac{\overline{AB}}{\sin \gamma} \sin \beta$$

$$\overline{BC} = \frac{\overline{AB}}{\sin \gamma} \sin \alpha$$

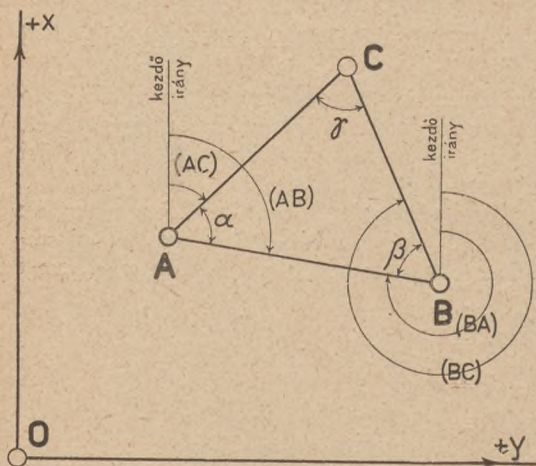
A harmadik teendő a koordináták számítása:

$$y_C = y_A + \overline{AC} \sin (AC) = y_B + \overline{BC} \sin (BC)$$

$$x_C = x_A + \overline{AC} \cos (AC) = x_B + \overline{BC} \cos (BC)$$

A számítás során két számítási ellenőrzésünk van, nevezetesen a \overline{AB} távolság és a két keresett koordináta kétféle módon számítható.

A felírt képletek a keresett mennyiségeket helyesen adják meg akkor, ha A és B -vel jelöljük az ismert pontokat, C -vel a meghatározandó pontot de úgy, hogy a három betű egymásra következése a negatív forgás értelmének feleljen meg.



4. ábra. A pontok koordinátáinak számítása.

III. FEJEZET.

A pontkapcsolások.

53. §. A pontkapcsolások osztályozása.

A pontkapcsolások meglévő alappontokra támaszkodva, tisztán szögméréssel határoznak meg újabb alappontokat.

A pontkapcsolások sok fajtája közül a legfontosabbak 1. az előmetszés, 2. az oldalmetszés, 3. a háromszögmérés, vagy kis háromszögelés, 4. a hátrametszés.

54. §. Az előmetszés.

Az előmetszés geometriai lényege a következő:

Ha adott két pont (A és B) koordinátái által (azaz y_A, x_A és y_B, x_B előre ismeretesei), akkor a P pont meghatározott, ha ismerjük az A -nál és a B -nél lévő α és β vízszintes szögeket (1. ábra).

A P pontot tehát előmetszéssel úgy határozzuk meg, hogy megmérjük az A -nál és a B -nél lévő α és β szögeket.

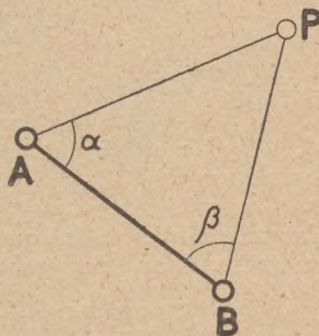
A P pont koordinátáinak levezetésekor a háromszögelés számítására használatos képleteket használhatjuk.

Az első teendő a γ szög kiszámítása

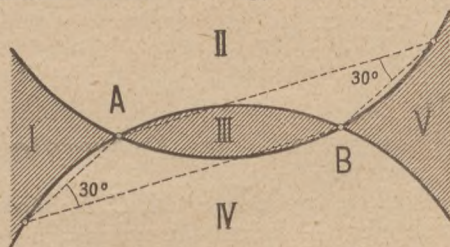
$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$

amivel aztán a feladat teljesen vissza van vezetve a háromszögelés számítására.

Az előmetszéssel való pontmeghatározás akkor a legjobb, ha a ABP háromszög egyenlő oldalú.



1. ábra. Előmetszés.



2. ábra. Az előmetszés „veszélyes” síkrészei.

ezekben belül fekvő pont a AB -ből előmetszéssel nem vehető fel.

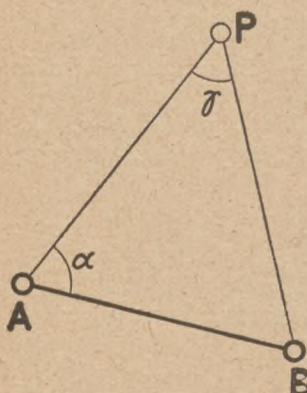
Hegyes metszéseket tehát kerülni kell; a γ szögnek 30° -nál kisebbnek nem szabad lennie.

A A és B ponton át elképzelhetjük ezt a két kört, melynek az AB íven fekvő kerületi szögei 30° -kal egyenlők. E két kör a síkot öt részre osztja, ezek közül a 2. ábrán vonalkázással feltüntetett részek (I., III. és V.) az ú. n. veszélyes síkrészek,

55. §. Az oldalmetszés.

Az oldalmetszés a háromszög megoldás azon esete, amikor adott a háromszög egyik oldala, a rajta fekvő és vele átellenes szög. Oldal-

metszés esetén tehát a P pont meghatározása végett szögmerést végzünk az ismeretes A , vagy B pontok valamelyikén és a P ponton. A mérési eredmények (3. ábra) α és γ , vagy β és γ .



3. ábra. Az oldalmetszés.

Az oldalmetszés számítása szintén a háromszögelés számítására vezethető vissza, csak előzetesen ki kell számítani a β , illetve az α szöget.

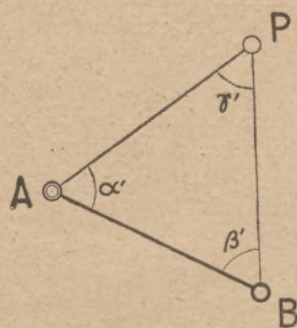
Az oldalmetszés jó szolgálatot tesz akkor, amikor a megadott alappontok nem mind alkalmasak a műszer felállítására.

56. §. A háromszögmérés, vagy kis háromszögelés.

Az egyetlenegy háromszögre szorítkozó háromszögelést háromszögmérésnek, vagy kis háromszögelésnek nevezzük.

Háromszögmérés esetén az ABP háromszögben mind a három szöget (a 4. ábrán: α' , β' , γ') megmérjük, vagyis a P pontot fölös számú adattal határozzuk meg.

Számítása ugyanúgy történik, mint a háromszögelésé; a számítást megelőzően a három mért szög a már említett módon kiegyenlítendő.

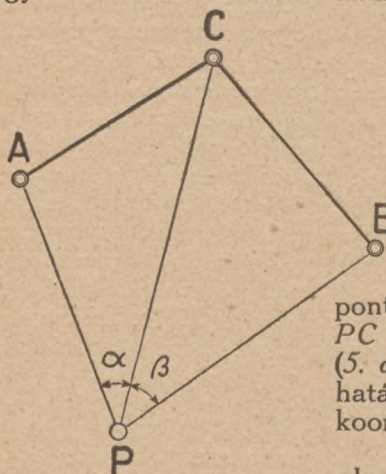


4. ábra. Kis háromszögelés.

57. §. Hátrametszés.

1. A hátrametszés alapelve.

A hátrametszés lehetővé teszi, hogy egyetlen műszer-állásból határozzuk meg a



5. ábra. Hátrametszés.

felveendő pontot, de csak akkor hajtható végre, ha legalább három ismert alappont áll rendelkezésre. Legyen A, C, B három ismeretes — adott koordinátájú — alappont s P a meghatározandó alappont. Ha a P ponton megmérjük a PA , PC és PB irányok közötti α és β szögeket (5. ábra), akkor a P pont teljesen meg van határozva, tehát koordinátái a megadott koordináta-rendszerben számíthatók.

A hátrametszést jól alkalmazhatjuk olyankor, amikor hozzáférhetetlen pontokból kell levezetni további pontokat.

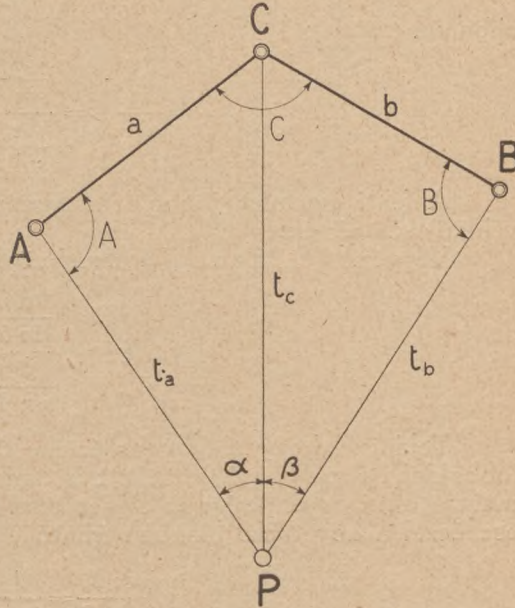
2. A hátrametszés alapképletei.

Igazolnunk kell, hogy az α és a β szögek egyértelműen határozzák meg a P pontot, vagyis, hogy az α és a β szögek a P pontnak csakugyan helyhatározói.

Az igazolást, mely egyúttal a hátrametszés alapképleteit is szolgáltatja, a következőképpen végezzük el.

Tegyük fel, hogy a A, C, B pontok relatív helyzete meg van adva az $\overline{AC} = a$, $\overline{BC} = b$ távolságok és $\angle BCA = C$ szög által (6. ábra), továbbá, hogy a P pont meghatározására ismeretes az α és a β szög. Ha ki tudjuk számítani a $\overline{PA} = t_a$, $\overline{PC} = t_c$ és $\overline{PB} = t_b$ távolságokat, akkor az α és a β szögek csakugyan helymeghatározói a P pontnak.

A keresett távolságok az ACP és BCP háromszögekből a következőképpen számíthatók:



6. ábra. A hátrametszés számítása.

$$\left. \begin{aligned} \overline{PA} = t_a &= \overline{AC} \frac{\sin(A + \alpha)}{\sin \alpha} = a \frac{\sin(A + \alpha)}{\sin \alpha} \\ \overline{PB} = t_b &= \overline{BC} \frac{\sin(B + \beta)}{\sin \beta} = b \frac{\sin(B + \beta)}{\sin \beta} \\ \overline{PC} = t_c &= a \frac{\sin A}{\sin \alpha} \text{ vagy } b \frac{\sin B}{\sin \beta} \end{aligned} \right\} \quad 1$$

E képletekben a A és a B szögek egyelőre még ismeretlenek. Köztük és az ismert szögek között fennáll a következő összefüggés

$$A + B + C + \alpha + \beta = 360^\circ$$

azaz

$$\frac{A + B}{2} = \frac{360^\circ - (C + \alpha + \beta)}{2} \quad 2$$

Ha levezethetünk egy egyenlőséget az $\frac{A - B}{2}$ -re is, akkor a A és B szögek számíthatók.

A ACP és a BCP háromszögekben közös oldal az CP , tehát fennáll a következő egyenlőség

$$a \frac{\sin A}{\sin \alpha} = b \frac{\sin B}{\sin \beta}$$

ahonnan

$$\frac{\sin A}{\sin B} = \frac{\frac{b}{\sin \beta}}{\frac{a}{\sin \alpha}} \quad 3$$

A fenti egyenlet jobboldala kiszámítható (vagyis ismeretesnek vehető) számérték.

Vegyünk fel valamely μ segédszöget úgy, hogy

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\frac{a}{\sin \alpha}}{\frac{b}{\sin \beta}} \quad 4$$

Tekintve, hogy a tangens értéke 0 és ∞ közt változik, azért a jobboldal bármely értéke mellett is, mindig található olyan μ szög, mely a fenti egyenlőségnek eleget tesz. A 3. alatti egyenlet e segéd-eszközzel a következő alakban írható

$$\frac{\sin A}{\sin B} = \frac{1}{\operatorname{tg} \mu}$$

azaz az aránynak *identikus* módon való átalakítása után

$$\frac{\sin A - \sin B}{\sin A + \sin B} = \frac{1 - \operatorname{tg} \mu}{1 + \operatorname{tg} \mu} \quad 5$$

Ámde a goniometriából ismeretes, hogy

$$\frac{1 - \operatorname{tg} \mu}{1 + \operatorname{tg} \mu} = \operatorname{cotg} (\mu + 45^\circ)$$

$$\sin A - \sin B = 2 \cos \frac{A+B}{2} \sin \frac{A-B}{2}$$

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \frac{A+B}{2} \cos \frac{A-B}{2}$$

E képleteket az 5-be írva

$$\operatorname{cotg} \frac{A+B}{2} \operatorname{tg} \frac{A-B}{2} = \operatorname{cotg} (\mu + 45^\circ)$$

azaz

$$\operatorname{tg} \frac{A-B}{2} = \operatorname{tg} \frac{A+B}{2} \operatorname{cotg} (\mu + 45^\circ)$$

s innen

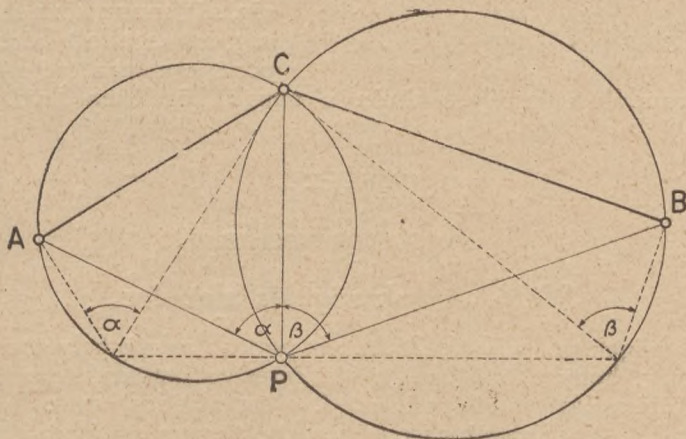
$$\frac{A-B}{2} = \operatorname{arc\,tg} \left\{ \operatorname{tg} \frac{A+B}{2} \cotg (\mu + 45^\circ) \right\} \quad 6$$

Ennélfogva a 2 és a 6 alatti egyenletekből a A és a B számítható és pedig

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{A+B}{2} + \frac{A-B}{2} \\ B &= \frac{A+B}{2} - \frac{A-B}{2} \end{aligned} \right\} \quad 7$$

3. A hátrametszés geometriai megoldása. A veszélyes kör.

A hátrametszés geometriai megoldása igen egyszerű. Ha adott a három pont A, C, B (7. ábra) s a P pontot meghatározó α és β szög,



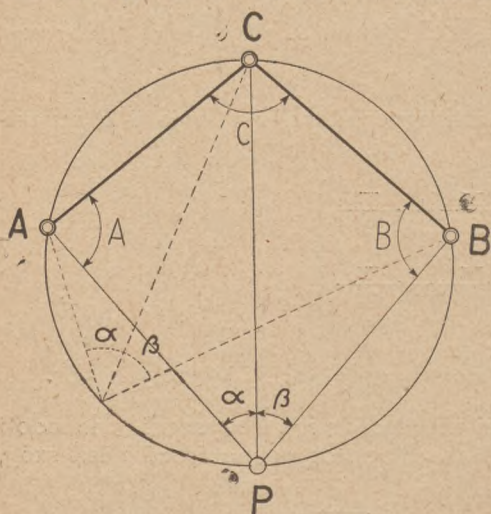
7. ábra. A hátrametszés geometriai megoldása.

akkor a P pont mint két geometriai hely metszéspontja állítható elő. Nevezetesen mindazon pontok geometriai helye, amelyeket a A és C pontokkal összekötve, az előálló sugarak α szöget zárnak be, ama kör, amely átmege a A és C pontokon, s amelynek az AC íven nyugvó kerületi szöge α val egyenlő. Hasonlóképen ugyancsak kör ama pontok geometriai helye is, amelyeket C és B pontokkal összekötve, az előálló sugarak β szöget zárnak be egymással.

A meghatározandó P pont e két kör metszéspontja.

A hátrametszés geometriai megoldása világosan mutatja, hogy az α és a β szögek nem egyértelműen helymeghatározók akkor, ha a P pont rajta van az alappontokon keresztülmenő körön. Ebben az

esetben ugyanis a P pontot meghatározó két kör egybeesik egymással



8. ábra. A „veszélyes” kör.

és az A, C, B pontokon átmenő körrel, tehát a pontmeghatározás nem egyértelmű, mert az összeeső két kör minden pontja eleget tesz annak a kívánságnak, hogy összekötve az A, C és B pontokkal, az előálló sugarak α és β szöveget zárnak be egymással (8. ábra).

A három adott alapon átmenő kört **veszélyes körnek** szokás nevezni.

A hátrametszés alkalmazásakor gondosan kell ügyelni arra, hogy a meghatározandó pont ne legyen a veszélyes körön, sőt annak közelében sem, vagyis megadott három alapon esetén a meghatározásból kizárandók a veszélyes körön s annak közelében levő pontok.

IV. FEJEZET.

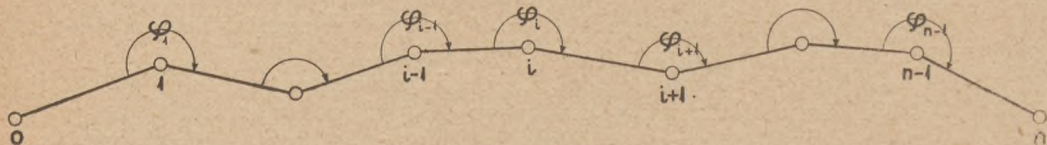
A sokszögelés.

58. §. A sokszögelés alapelve.

Sokszögeléssel a $0, 1, 2, \dots, n$ pontok *relatív* helyét úgy határozzuk meg, hogy e pontokat a vízszintes vetületükben *egyenes vonalakkal* kötjük össze s megmérjük 1. a szomszédos pontok vízszintes távolságait, 2. a szomszédos egyeneseknek egymással bezárt szögeit. Vagyis a sokszögelés esetén, éppen úgy mint a háromszögelésben, *vegyes mérés* végzendő, t. i. hosszakat és szögeket kell mérni. De míg a háromszögelésben elegendő *egy* hosszúságot mérni, addig a sokszögelésben annyi hosszúság mérendő, mint amennyi sokszögoldal van.

A hosszmérések miatt a sokszögelés csak olyan terepen használható, amely a hosszúság mérésére kedvező.

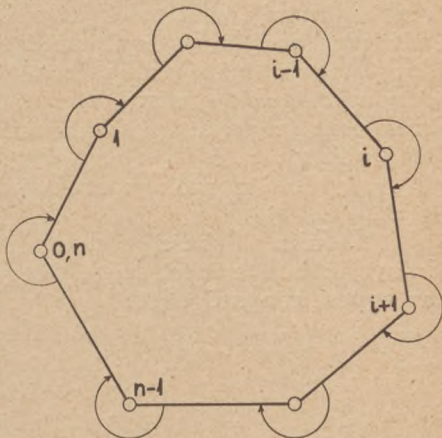
A pontokat összekötő vonalat *sokszögvonalnak*, vagy *poligon-*



1. ábra. Nyílt sokszögvonal.

vonálnak, az egyes oldalakat sokszögoldalnak (poligonoldal), az oldalak egymással bezárt szögeit pedig törésszögeknek nevezzük.

A törésszöget különben szabatosan úgy definiáljuk, mint azt a szöget, mely a számozásban megelőző oldalt pozitív forgással viszi át a követő oldalba. A sokszög-
oldalak hossza nem lehet tetszőleges. A rövid sokszögoldalt kerülni kell, mert ilyenek esetén a pontjel zőnek és a műszernek elkerülhetetlen külpontosságai erős hatásúak lehetnek. Külsőségeken a célszerű oldalhossz 150 m, a minimális 100 m, a maximális pedig 300 m. Belsősegekben (városokban) a minimumra szabályt felállítani nem lehet, mert itt a terep és a kilátási viszonyok esetleg igen rövid oldalakat tehetnek szükségessé, ámde ilyenkor a külpontossági hibák ki-küszöbölésére különös gondot kell fordítani.



2. ábra. Zárt sokszögoldal.

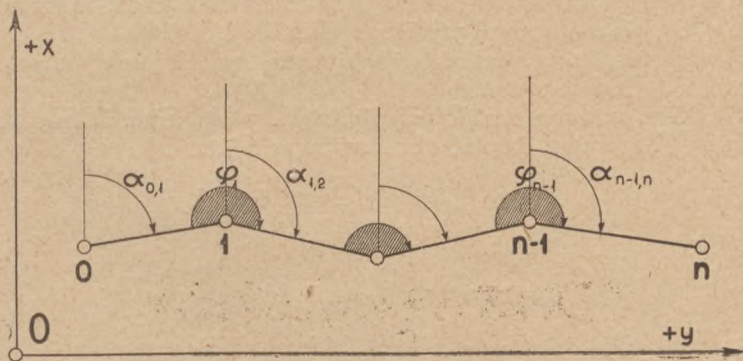
A sokszögoldal alakja szerint lehet nyílt és lehet zárt. Különösen a nyílt sokszögvonalak fontosak, a zártaknak kisebb jelentőségük van.

59. §. A nyílt sokszögvonal esetei és számítása.

A nyílt sokszögvonal lehet önálló és lehet meglévő alappontokhoz csatlakozó. Mivel úgy a mérés berendezése, mint a számítás e két esetben más és más, azért e két eset külön-külön tárgyalandó.

1. Önálló sokszögelés.

Ha a sokszögelést teljesen önállóan — más alappontokhoz való



3. ábra. Önálló sokszögoldal.

csatlakozás nélkül — végezzük, akkor a sokszögvonal $n+1$ pontjának meghatározására (3. ábra) meg kell mérni n oldalszakasz hosszúságát ($a_{01}, a_{12}, \dots, a_{n-1n}$), továbbá $(n-1)$ számú szöget ($\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{n-1}$).

E mérési eredmények az $(n+1)$ pont relatív helyzetét teljesen meghatározzák, tehát az egyes pontok koordinátái valami *felvett* koordináta-rendszerben kiszámíthatók.

A koordináta-rendszert úgy állapítjuk meg, hogy a sokszögvonal 0 pontjának *koordinátáit*, továbbá a 01 kezdőszakasz *irányszögét* *tetszőlegesen* felvesszük. A szabadon választott mennyiségek számértékei legyenek η_0 , ξ_0 és α_{01} .

A többi pontok koordinátáinak számítását három részben végezzük el.

I. Rész. A sokszögoldalok irányszögeinek számítása. Az α_{01} felvett irányértékből, a mért szögek segítségével, folytatólagosan számítjuk az egyes irányszögeket:

$$\begin{aligned} \alpha_{01} & \quad (\text{felvett érték}) \\ \alpha_{12} &= \alpha_{01} \pm 180^\circ + \varphi_1 \\ \alpha_{23} &= \alpha_{12} \pm 180^\circ + \varphi_2 \\ & \dots \dots \dots \\ \alpha_{n-1n} &= \alpha_{n-2\ n-1} \pm 180^\circ + \varphi_{n-1} \end{aligned}$$

II. Rész. Az oldalvetületek számítása. Kiszámítjuk az egyes poligon-
oldalak vetületeit először az y , aztán az x tengelyre, azaz számítjuk az alábbi mennyiségeket.

$$\begin{array}{ll} a_{01} \sin \alpha_{01} & a_{01} \cos \alpha_{01} \\ a_{12} \sin \alpha_{12} & a_{12} \cos \alpha_{12} \\ \dots \dots \dots & \dots \dots \dots \\ a_{n-1n} \sin \alpha_{n-1n} & a_{n-1n} \cos \alpha_{n-1n} \end{array}$$

Későbbi *számítási ellenőrzés* kedvéért már most kiszámítjuk a $\Sigma a \sin \alpha$ és $\Sigma a \cos \alpha$ algebrai összegeket is.

A koordináta vetületek számításakor, az előjelek helyes felírására kiváló gond fordítandó.

III. Rész. A koordináták számítása. Az y *koordináták* folytatólagos számítással az alábbi képletekből számítandók:

$$\begin{aligned} y_0 &= \eta_0 \quad (\text{felvett érték}) \\ y_1 &= \eta_0 + a_{01} \sin \alpha_{01} \\ y_2 &= y_1 + a_{12} \sin \alpha_{12} \\ & \dots \dots \dots \\ y_n &= y_{n-1} + a_{n-1n} \sin \alpha_{n-1n} \end{aligned}$$

A számítás helyes, ha

$$y_n - y_0 = \sum a \sin \alpha$$

Az x koordináták számítására a következő képletek szolgálnak:

$$x_0 = \xi_0 \quad (\text{felvett érték})$$

$$x_1 = \xi_0 + a_{01} \cos \alpha_{01}$$

$$x_2 = x_1 + a_{12} \cos \alpha_{12}$$

$$\dots \dots \dots$$

$$x_n = x_{n-1} + a_{n-1n} \cos \alpha_{n-1n}$$

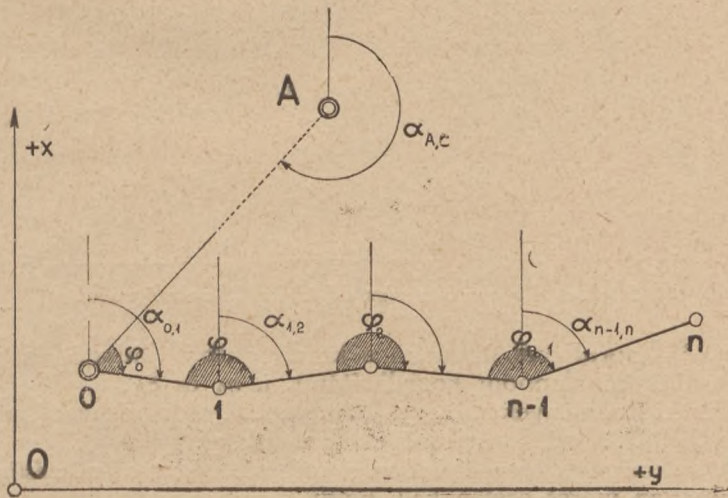
A számítás helyes, ha

$$x_n - \xi_0 = \sum a \cos \alpha$$

2. Alappontokhoz csatlakozó sokszögelés.

a) A sokszög vonal tájékozott.

Ha a sokszögelést meglévő alappontokhoz csatlakoztatjuk, akkor a sokszög vonalat minden esetben tájékozni szoktuk. A sokszög vonalat tájékozottnak akkor mondjuk, ha a kezdő (0) pontja ismeretes alap-



4. ábra. Tájékozott sokszög vonal.

pont továbbá, ha a kezdőpontban megmértük a kezdőszakasz és valami ismeretes iránynak, az ú. n. tájékozó iránynak egymással bezárt vízszintes szögét (a 4. ábrán φ_0 -t).

Tájékozott sokszög vonal esetén előre ismeretesek a kezdőpont koordinátái: y_0 és ξ_0 , továbbá a kezdőpontból látható és irányozható A tájékozó alappont y_A , ξ_A koordinátái.

Mérési eredmények az $a_{01}, a_{12}, \dots, a_{n-1n}$ oldalhosszak és a $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_{n-1}$ törésszögek. A φ_0 a 4. ábrának megfelelően értendő.

A számítás avval indul meg, hogy kiszámítjuk az A0 iránynak az irányszögét $\alpha_{A,0}$ -t a következő képletből

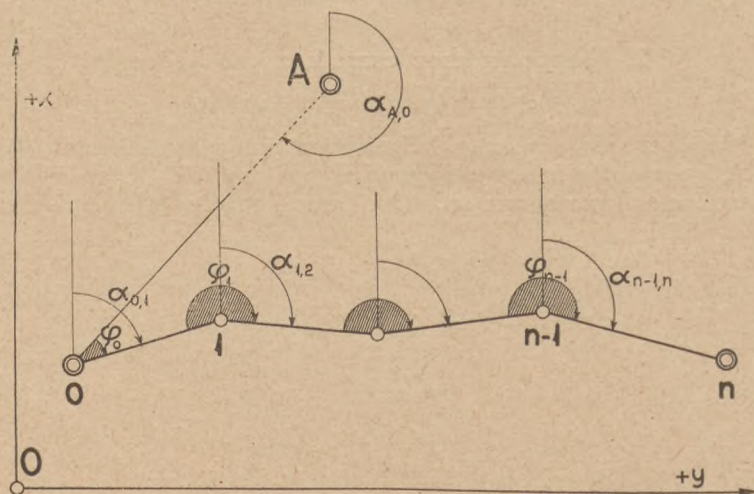
$$\operatorname{tg} \alpha_{A,0} = \frac{\eta_0 - \eta_A}{\xi_0 - \xi_A}$$

A további számítás úgy megy, mint előbb.

A sokszögelés most tárgyalt esetében magára a mérésre nézve, semmi ellenőrzésünk nincs.

b) A sokszög vonal tájékozott és ismert alappontban végződik.

Ez esetben (5. ábra) előre ismeretesek a kezdő- és végpont η_0 ,



5. ábra. Alappontban végződő tájékozott sokszög vonal.

ξ_0 és η_n , ξ_n koordinátái, továbbá a kezdőpontból látható és irányítható A tájékozó alappont koordinátái, t. i. η_A és ξ_A .

Mérési eredmények az $a_{01}, a_{12}, \dots, a_{n-1n}$ oldalhosszak (számuk n) és a $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_{n-1}$ törésszögek (számuk n).

A sokszögelés eme esetében a mérésre nézve ellenőrzésünk van, mert hibátlan mérés esetén kell, hogy

$$\begin{aligned} \sum a \sin \alpha &= \eta_n - \eta_0 \\ \sum a \cos \alpha &= \xi_n - \xi_0 \end{aligned}$$

A mérési hibák következtében a feltételek teljesen nem lesznek kielégítve, hanem a gyakorlati esetekben azt fogjuk találni, hogy

$$\begin{aligned} (\eta_n - \eta_0) - \sum a \sin \alpha &= \omega_y \\ (\xi_n - \xi_0) - \sum a \cos \alpha &= \omega_x \end{aligned}$$

ahol ω_y -t és ω_x -et záróhibáknak és pedig a szokásos elnevezést használva hossz-záróhibáknak nevezzük.

Ha az ω_y és ω_x záróhibák egy bizonyos még megengedett érték-nél kisebbek, akkor a mérést jónak vehetjük s ez esetben kiegyenlítjük úgy, hogy a kiegyenlített értékekre nézve a záróhibák 0-sal legyenek egyenlők.

Ez előzetes kiegyenlítés elvégzésekor egy jól bevált empirikus eljárást követünk. Nevezetesen kiszámítjuk a hosszegységre eső $\frac{\omega_y}{\Sigma a}$ és $\frac{\omega_x}{\Sigma a}$ záróhibákat s az egyes oldalhossz-vetületeket megjavítjuk az oldalhossz arányában.

Például az $a_{01} \sin \alpha_{01}$ vetület kiegyenlített ($a_{01} \sin \alpha_{01}$) értékét az alábbi módon számítjuk

$$(a_{01} \sin \alpha_{01}) = a_{01} \sin \alpha_{01} + a_{01} \frac{\omega_y}{\Sigma a}$$

s hasonlóan

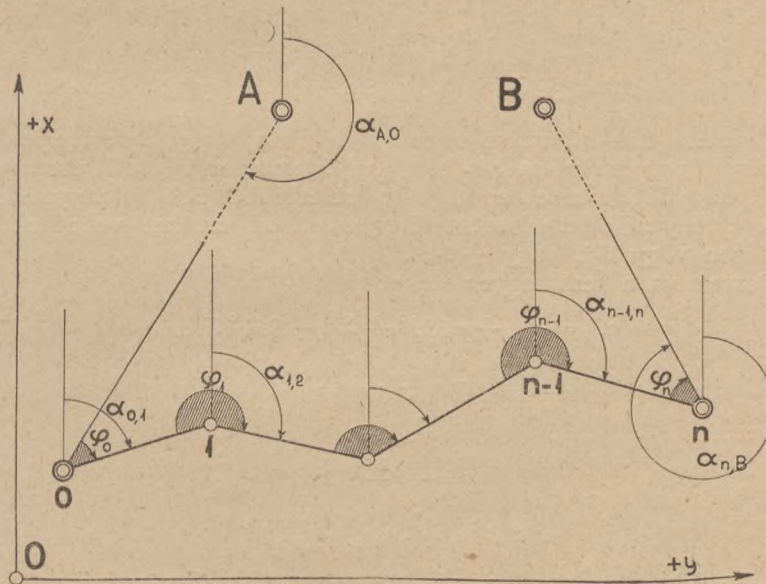
$$(a_{01} \cos \alpha_{01}) = a_{01} \cos \alpha_{01} + a_{01} \frac{\omega_x}{\Sigma a}$$

ahol Σa az oldalhosszak összegét jelenti.

E kiegyenlítő számítástól eltekintve, a számítás úgy végzendő, mint az előző esetben.

c) A sokszögvonala kettősen tájékozott.

Az alappontokhoz csatlakozó sokszögvonala kettősen tájékozottnak akkor nevezzük, ha a sokszögvonala kezdő- és végpontja előre ismeretes



6. ábra. Kettősen tájékozott sokszögvonala.

alappont s ha mind a kettőben megmértük azt a szöveget, amelyet az illető pontbeli sokszögoldal, valamely ismert (tájékozódó) iránnyal bezár (a 6. ábrán φ_0 és φ_n szögeket).

Kettősen tájékozott sokszög vonal esetén előre ismeretesek a kezdő és a végső pont η_0, ξ_0 és η_n, ξ_n koordinátái, továbbá a O -ból látható A és az n -ből látható B alappont η_A, ξ_A és η_B, ξ_B koordinátái. Megjegyzem, hogy a A és B pontok esetleg egymással azonosak is lehetnek.

Mérési eredmények az $\alpha_{01}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{n-1n}$ oldalhosszak (számuk n) és a $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_{n-1}$ törésszögek (számuk $n+1$).

Kettősen tájékozott sokszög vonal esetén az előbbi esetben tárgyalt két feltételi egyenleten kívül még egy harmadik feltételi egyenlet is van, mely tisztán a mért szögekre vonatkozik.

Ennek levezetésére számítsuk ki az egyes sokszögoldalak irány-szögeit.

Mindenekelőtt felírható, hogy

$$\alpha_{A0} = \arctg \frac{\eta_0 - \eta_A}{\xi_0 - \xi_A}$$

$$\alpha_{nB} = \arctg \frac{\eta_B - \eta_n}{\xi_B - \xi_n}$$

Ámde az α_{nB} levezethető az α_{A0} -ból a mért szögek segítségével is. Ugyanis

$$\alpha_{01} = \alpha_{A0} \pm 180^\circ + \varphi_0 - k_0 360^\circ$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{01} \pm 180^\circ + \varphi_1 - k_1 360^\circ$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\alpha_{n-1n} = \alpha_{n-2n-1} \pm 180^\circ + \varphi_{n-1} - k_{n-1} 360^\circ$$

$$\alpha_{nB} = \alpha_{n-1n} \pm 180^\circ + \varphi_n - k_n 360^\circ$$

amely képletekben az utolsó tag azt fejezi ki, hogy amennyiben az irányszög képzésére szükséges (algebrai értelemben végzett) összegezés 360° -nál nagyobb értéket adna, a nyert értékből 360° elhagyandó.

A k tényezők természetesen csak két értéket vehetnek fel, nevezetesen vagy 0 -t, vagy $+1$ -et.

Összeadva a fenti egyenleteket

$$\alpha_{nB} = \alpha_{A0} + r 180^\circ + \Sigma \varphi - 360^\circ \Sigma k$$

azaz

$$\Sigma \varphi = \alpha_{nB} - \alpha_{A0} + \{-r + 2 \Sigma k\} 180^\circ$$

Vezessük be a következő jelzést

$$g = -r + 2 \Sigma k$$

ekkor

$$\Sigma \varphi = \alpha_{nB} - \alpha_{A0} + g 180^\circ$$

A g értéke minden adott esetben egyszerűen megállapítható, tehát ismeretesnek tekinthető számérték.

A mérési hibák miatt azonban az $\alpha_{nB} - \alpha_{A0} + g \cdot 180^\circ - \Sigma \varphi$ mennyiség nem lesz egyenlő 0-sal, de valami kis számmal ω_φ -vel, amely jellemző a mérés jóságára

$$\omega_\varphi = \alpha_{nB} - \alpha_{A0} + g \cdot 180^\circ - \Sigma \varphi$$

A fenti ω_φ értéket *szögzáró-hibának* szoktuk nevezni.

Ha az ω_φ értéke valami, még megengedett értéknél kisebb, akkor kiegyenlítés végzendő. A kiegyenlítés egyszerűen abból áll, hogy az ω_φ értéket a mért szögek között egyenletesen elosztjuk. Például, ha (φ_0) a φ_0 mérési eredmény kiegyenlített értéke, akkor

$$(\varphi_0) = \varphi_0 + \frac{\omega_\varphi}{n+1}$$

A kettősen tájékozott sokszögvonal teljes számítása a következő lépésekben végzendő.

I. Rész. Az A, 0 és az n, B irányok irányszögének számítása.

$$\alpha_{A,0} = \arctg \frac{\eta_0 - \eta_A}{\xi_0 - \xi_A}$$

$$\alpha_{nB} = \arctg \frac{\eta_B - \eta_n}{\xi_B - \xi_n}$$

II. Rész. A szögzáróhiba (ω_φ) számítása.

$$\omega_\varphi = \alpha_{nB} - \alpha_{A0} + g \cdot 180^\circ - \Sigma \varphi$$

Ha ω_φ kisebb, mint a megengedett hibahatár, akkor a szögmérés jónak vehető s az ω_φ ellenmondás kiegyenlítéssel szüntetendő meg.

III. Rész. A szögmérés kiegyenlítése.

Kiszámítjuk az egy szögre eső $\frac{\omega_\varphi}{n+1}$ javítást s ezzel számítjuk a szögek kiegyenlített értékeit, a (φ) -ket

$$(\varphi_0) = \varphi_0 + \frac{\omega_\varphi}{n+1}$$

$$(\varphi_1) = \varphi_1 + \frac{\omega_\varphi}{n+1}$$

.....

$$(\varphi_n) = \varphi_n + \frac{\omega_\varphi}{n+1}$$

Számítási ellenőrzés:

$$\Sigma(\varphi) = \alpha_{nB} - \alpha_{A,0} + g \cdot 180^\circ$$

IV. Rész. A sokszögoldalak irányszögeinek számítása.

$$\alpha_{01} = \alpha_{A,0} \pm 180^\circ + (\varphi_0)$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{01} \pm 180^\circ + (\varphi_1)$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\alpha_{n-1n} = \alpha_{n-2n-1} \pm 180^\circ + (\varphi_{n-1})$$

Számítási ellenőrzés:

$$\alpha_{n-1n} \pm 180^\circ + (\varphi_n) = \alpha_{nB}$$

V. Rész. Az oldalvetületek számítása.

$$a_{01} \sin \alpha_{01}$$

$$a_{01} \cos \alpha_{01}$$

$$a_{12} \sin \alpha_{12}$$

$$a_{12} \cos \alpha_{12}$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{n-1n} \sin \alpha_{n-1n}$$

$$a_{n-1n} \cos \alpha_{n-1n}$$

$$\Sigma a \sin \alpha$$

$$\Sigma a \cos \alpha$$

VI. Rész. A hossz-záróhibák számítása.

$$\omega_y = (\eta_n - \eta_0) - \Sigma a \sin \alpha$$

$$\omega_x = (\xi_n - \xi_0) - \Sigma a \cos \alpha$$

Ha e záróhibák a megengedett hibahatárnál kisebbek, akkor a hossz-mérés is jónak tekinthető.

Az ω_y és az ω_x ellenmondásokat kiegyenlítéssel szüntetjük meg s ehhez kiszámítjuk a hosszegységre jutó $\frac{\omega_y}{\Sigma a}$ és $\frac{\omega_x}{\Sigma a}$ javításokat.

VII. Rész. A kiegyenlített oldalvetületek számítása.

$$(a_{01} \sin \alpha_{01}) = a_{01} \sin \alpha_{01} + a_{01} \frac{\omega_y}{\Sigma a} \quad \parallel \quad (a_{01} \cos \alpha_{01}) = a_{01} \cos \alpha_{01} + a_{01} \frac{\omega_x}{\Sigma a}$$

$$(a_{12} \sin \alpha_{12}) = a_{12} \sin \alpha_{12} + a_{12} \frac{\omega_y}{\Sigma a} \quad \parallel \quad (a_{12} \cos \alpha_{12}) = a_{12} \cos \alpha_{12} + a_{12} \frac{\omega_x}{\Sigma a}$$

$$\dots\dots\dots$$

$$(a_{n-1n} \sin \alpha_{n-1n}) = a_{n-1n} \sin \alpha_{n-1n} + a_{n-1n} \frac{\omega_y}{\Sigma a} \quad \parallel \quad (a_{n-1n} \cos \alpha_{n-1n}) =$$

$$= a_{n-1n} \cos \alpha_{n-1n} + a_{n-1n} \frac{\omega_x}{\Sigma a}$$

Számítási ellenőrzés:

$$\Sigma (a \sin \alpha) = \eta_n - \eta_0$$

és

$$\Sigma (a \cos \alpha) = \xi_n - \xi_0$$

VII. Rész. A koordináták számítása.

a) Az y -ok számítása

$$\begin{aligned} \eta_0 & \text{ előre ismeretes} \\ y_1 &= \eta_0 + (a_{01} \sin \alpha_{01}) \\ y_2 &= y_1 + (a_{12} \sin \alpha_{12}) \\ y_{n-1} &= y_{n-2} + (a_{n-2, n-1} \sin \alpha_{n-2, n-1}) \end{aligned}$$

Számítási ellenőrzés:

$$y_{n-1} + (a_{n-1, n} \sin \alpha_{n-1, n}) = \eta_n$$

b) Az x -ek számítása

$$\begin{aligned} \xi_0 & \text{ előre ismeretes} \\ x_1 &= \xi_0 + (a_{01} \cos \alpha_{01}) \\ x_2 &= x_1 + (a_{12} \cos \alpha_{12}) \\ & \dots \dots \dots \\ x_{n-1} &= x_{n-2} + (a_{n-2, n-1} \cos \alpha_{n-2, n-1}) \end{aligned}$$

Számítási ellenőrzés:

$$x_{n-1} + (a_{n-1, n} \cos \alpha_{n-1, n}) = \xi_n$$

A kettősen tájékozott sokszög vonal kiváló előnye, hogy úgy a hossz-mérésre, mint a szögmérésre ellenőrzést nyújt; ezért ha csak lehetséges, emez eljárás szerint végezzük el a sokszögelést.

60. §. A zárt sokszög vonal.

Ha a sokszög vonal kezdő és végső pontja összeesik, akkor a sokszög vonalat zártnak mondjuk (2. ábra).

A zárt sokszög vonalban a szögek összegének teoretikus értéke előre ismeretes.

Ugyanis, ha a sokszög vonal oldalai egymást nem metszik, akkor a belső szögek összege $(n-2) \cdot 180^\circ$, a külső szögek összege pedig $(n+2) \cdot 180^\circ$, ahol n a sokszög pontok száma.

A zárt sokszög vonalban a szögekre nézve mindig telírható egy feltételi egyenlet, tehát mindig számítható a szögmérésre jellemző ω_φ záróhiba, t. i.

$$\omega_\varphi = (n-2) 180^\circ - \Sigma \varphi \quad 1$$

Továbbá, tekintve, hogy a sokszög vonal kezdő és végpontja összeesik azaz, hogy $\eta_0 = \eta_n$ és $\xi_0 = \xi_n$, számíthatók hossz-záró hibák is és pedig

$$\left. \begin{aligned} \omega_y &= -\Sigma a \sin \alpha \\ \omega_x &= -\Sigma a \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad 2$$

Látszólag tehát a mérési ellenőrzések szempontjából, a zárt sokszögvonal éppen olyan kedvező, mint a kettősen tájékozott sokszögvonal. Azonban ez csak külső látszat, mert a zárt sokszögvonal *hosszúság kontrolljai* korántsem olyan jók, mint a kettősen tájékozott sokszögvonalé.

Ugyanis a 2 alatti egyenletek teljesen érzéketlenek az olyan hibák iránt, amelyek a hosszakat *részarányosan* változtatják meg, vagyis ezek teljes kontrollt nem nyújtanak. Például, ha az összes hossz-méréseket olyan szalaggal végeznénk el, mely *egy méterrel* rövidebb mint 20 m, de a hosszúságokat erre tekintet nélkül számítanók, akkor nyilván az összes hosszúságok *teljesen* hibásak lesznek; e hibák azonban a 2. egyenletek felírásakor nem nyilvánulnak, vagyis ilyen esetben is az ω_y ra és ω_x -re csak kis értékeket kapnánk.

A 2. alatti egyenletek csak a sokszögvonal *alakját* kontrollálják, *méreteit nem*; tehát értékük és jelentőségük korántsem olyan, mint a kettősen tájékozott sokszögvonalak ω_y és ω_x kontroll-egyenletei.

V. FEJEZET.

Részletpontok meghatározása.

61. §. A részletfelvétel alapelve.

Az alappontok meghatározása után ezekre támaszkodva végezzük el a *részlet-* (detail) *pontok* felvételét.

A felveendő részletpontok lehetnek vagy birtokhatárpontok, vagy művelési ágak határpontjai, vagy meglévő — esetleg tervezendő — technikai létesítmények jellemző pontjai.

A *részletfelvétel alapelve* az, hogy minden részletpontot *vízszintes fekvésére nézve a hozzá legközelebb fekvő két alappontra vonatkoztatva kell meghatározni*. A mérés kis terjedelme miatt a niveaufelület mindig a vízszintes síkkal pótolható, tehát a részletfelvétel az egyes részletpontokat, a már meglévő alappontokhoz viszonyítva, síkon határozza meg.

A részletfelvétel gyakorlati kivitele — tekintet nélkül arra, hogy a szokásos felvételi eljárások közül melyik kerül alkalmazásra — a következő lépésekből áll:

1. bejárás,
2. a részletpontok megjelölése,
3. vázlatrajz készítés,
4. mérés.

A legelső teendő mindig a felveendő terület *bejárása*. Célja egyrészt tisztába jönni azzal, hogy mit kell felvennünk, másrészt, hogy a terepviszonyoknak, meg egyéb, a mérést befolyásoló körülményeknek tekintetbe vételével megállapítsuk a legcélszerűbb felvételi eljárást. Itt mindjárt hangsúlyozom, hogy nem kell *ugyanazon egy* felvételi eljáráshoz ragaszkodnunk, alkalmazhatjuk a később ismertetendő eljárásokat vegyesen is. A törekvés az, hogy a mérést, a célnak megfelelő

pontosság elérése és betartása mellett, gazdaságosan (kevés munkával és költséggel) lehessen elvégezni.

A bejárás után — esetleg avval egyidőben — a meg nem jelölt részletpontokat *meg kell jelölni* (számozott zsindelekkel, vagy cövekkel) s aztán úgy ezekről, mint a többi már megjelölt pontokról *vázlatrajz* (előrajz) készítenő. Ez a vázlatrajz tulajdonképen első térképe a részleteknek s alapja a későbbi — a felvételi eredményekből szerkesztett — *pontos* térképeknek. Nagyon gondosan készítenő. A távolságokat lelépéssel, a szögeket közeli (szemmérték szerint való) leméréssel kell megállapítani. A vázlatrajzba minden jellemző adat bejegyzendő (pl. a tulajdonos neve, a telek helyrajzi száma, a művelési ág stb.) s a könnyen való tájékozás szempontjából az utak, vízfolyások, dűlőhatárok, árkok, épületek, jellemző magányos fák stb. mind rárajzolandók.

A vázlatrajzot a mezőn ceruzával készítjük s aztán otthon tussal dolgozzuk ki. A vázlatrajz jósága (hűsége) alapvető fontosságú a részletfelvételben.

A mérés csak akkor inaulhat meg, ha a felvételi vázlatrajz már kész.

62. §. A részletfelvételi eljárások osztályozása.

A gyakorlatban alkalmazott felvételi eljárások általánosságban két csoportba sorolhatók:

1. *Numerikus, vagy számszerű eljárások,*
2. *Grafikus, vagy rajzoló eljárások.*

Az első csoportba tartozóknál a *mérés eredményei* — a pontok relatív helyzetét teljesen meghatározó — **mérőszámok**, az utóbbiaknál pedig valami megfelelő méretarányban készült **térképek**.

A **numerikus** eljárások a következők:

1. *Orthogonális (derékszögű) koordináta-mérés,*
2. *Poláris koordináta mérés,*
3. *Előmetszés,*
4. *Tahimétia.*

A legutolsó (a 4.) ú. n. **vegyes** felvételi eljárás, mert a vízszintes helyzeten kívül a magasság meghatározására is használható.

A **grafikus** eljárások a következők:

1. *Mérőasztal felvétel,*
2. *Fotogramméria.*

Az utóbbi szintén **vegyes** felvételi eljárás.

VI. FEJEZET.

Derékszögű (orthogonális) koordináta-mérés.

63. §. A derékszögű koordináta-mérés alapelve.

A felveendő részletponthez *legközelebb fekvő két alappont* összekötő egyenesét x tengelynek, az egyik alappontot *kezdőpontnak* véve,

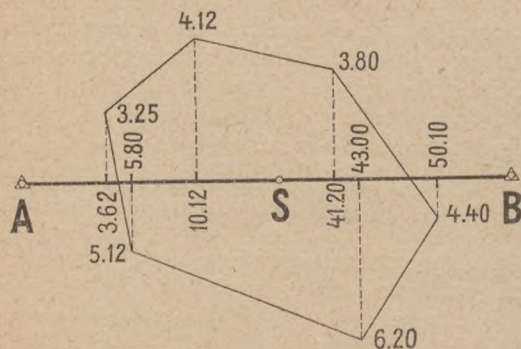
a pontmeghatározás a következő műveletekkel történik: 1. Derékszögkitűző eszközzel felkeressük a meghatározandó részletpont talppontját, 2. hossz mérő eszközzel megmérjük a talppont távolát a kezdőponttól (x) és a felveendő részletponttól (y).

Az orthogonális koordináta-mérés tehát kétféle mérő művelettel jár, 1. szögkitűzéssel, 2. hossz-méréssel. Az előbbi jó eredményt csak akkor ad, ha rövid távolságra történik, vagyis, ha a részletpontok közel vannak az alapvonalhoz, az utóbbi pedig jó mérési pályát kíván. E két követelményt teljesen a belsőségek felvételekor találjuk kielégítve s ezért ez az eljárás tipikus alakja a belsőségekben végbe menő részlet-méréseknek, de azért alkalmazásra találhat a külsőségek mérésekor is.

A derékszögű koordináta-mérésnek jó tulajdonsága egyrészt az, hogy a térképkészítés adataiból egyszerű eszközökkel végezhető, másrészt az, hogy azokból a részletpontok összekötő vonalai által határolt terület közvetlenül számítható.

64. §. A derékszögű koordináta-mérés végrehajtása külsőségekben (mezei mérés).

A külsőségekben végrehajtandó koordináta-méréshez kell *legalább négy jelzőkaró*, egy szögkitűző műszer (szögtükör, vagy szögprizma, hegyes vidéken szögdioptra) és egy, esetleg két szalag. Legelőször az alappontokat jelöljük meg függőlegesen álló jelzőkarókkal s az



1. ábra. Derékszögű koordináta-mérés.

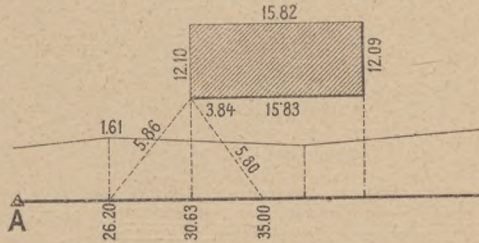
így meghatározott egyenesbe — a két alappont közt, vagy annak folytatásában — *egy* (hosszú alapvonal esetén esetleg több) további pontot (S) is megjelölünk jelzőkaróval (1. ábra). Ezután felkeressük az első meghatározandó részletpont talppontját az ismert módon s azt, ha csak *egy* szalaggal dolgozunk, zsindellyel külön meg is jelöljük. Most szalaggal lemérjük a pont ordinátáját, azt feljegyezzük, tovább

megyünk s a második pontra és a többire is, sorban elvégezzük az elmondottakat. Legutoljára megmérjük az összes abszcissákat is.

Ha *két* szalaggal dolgozunk, akkor a talppont külön megjelölése elmarad, mert az ordinátával egyidejűleg az abszcissát is mérhetjük. A mérés eredményeit a vázlatrajzba jegyezzük be.

Az ordináták és abszcissák feljegyzésekor célszerű bizonyos szabályszerűséget betartani, hogy a sűrűn fekvő pontok esetén előálló számzsufoltságból félreértés ne származhasson.

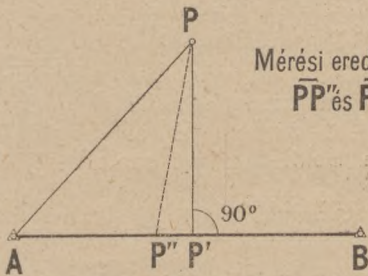
Az abszcissákat mindig az alapvonalra merőlegesen — a megfelelő ponttal ellentétes oldalon — szokás feljegyezni (1. ábra), az ordinátákat pedig a pont mellé az alapvonallal parallel írjuk fel. Amennyiben ferde méreteket is mértünk volna kontroll céljából, akkor ezeket az illető vonalon, avval párhuzamosan kell feltüntetni (2. ábra).



2. ábra. Koordináta-mérés kontroll-méretekkel.

A méréskor törekedni kell ellenőrző (kontroll) méretekre. Ilyeneket kaphatunk a részlet-pontok egymástól (oldal-kontroll), vagy valamelyik tengelyponttól való (átlós-kontroll) távolságainak megmérésével. Példát ezekre a 2. ábra mutat.

A koordináta-méréssel jó eredményt csak akkor kapunk, ha a



3. ábra. Távoli pont felvétele derékszögű koordináta-méréssel.

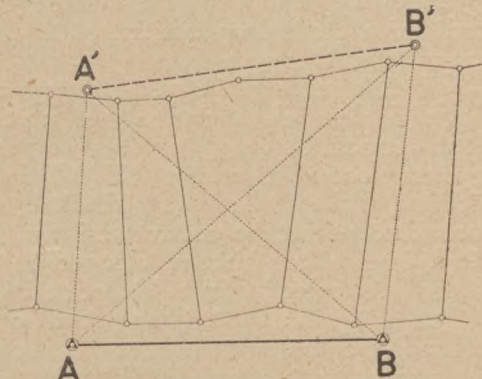
részletpontok az alapvonal közelében vannak. A célszerű ordináta-maximum 50 m körül veendő. Ha az ordináta ennél nagyobb, akkor a derékszögkitűzés pontatlansága folytán az abszcissa csak ± 3 cm-nél nagyobb középhibával nyerhető.

Ha 50 m-nél nagyobb távolságú pont felvételét kell elvégeznünk, akkor az abszcissa helyett a pont távolságát vala-

melyik ismeretes tengelyponttól kell mérni. A 3. ábrán a P pont 50 m-nél nagyobb távolságban van az alapvonaltól. A szögtekörrel felkeressük a talppontját P''-t (a helyes talppont P'-ben van) s megmérjük a PP'' ordinátát, — ami azonosnak vehető avval az értékkel, amit kapunk, ha a szögkitűzés hibátlan — továbbá a AP távolságot. Ez utóbbiból az x-et az alábbi képlet adja:

$$x = \sqrt{AP^2 - PP''^2}$$

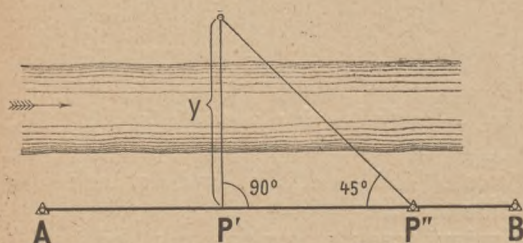
Ezt az eljárást azonban külsőségeiben csak egyes (izolált) pontok felvételére alkalmazzuk, ha sok távoli pontról van szó,



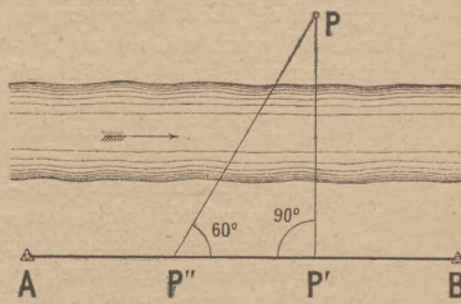
4. ábra. Segédalapvonallal való mérés.

célszerűen egy újabb alapvonalat veszünk fel s ennek végpontjait hossz-mérésekkel kapcsoljuk az eredeti alapvonalhoz (4. ábra, ahol az eredeti AB alapvonalból az $A'B'$ -t fejlesztettük a pontozva jelölt távolságok megméréseivel).

A külsőségeken hozzáférhetetlen, de látható pontok felvételekor, gyakran használjuk a 45° -ot, illetve a 60° -ot kitűző szögtüköröt. Ezek-



5. ábra. Koordináta-mérés 45° -os szögtükörrel.



6. ábra. Koordináta-mérés 60° -os szögtükörrel.

kel is elkeresve a talppontot, az ordinátát az alapvonalon mérhetjük. Az 5. ábra a 45° -os szögtükör alkalmazását mutatja; a $P'P''$ méret nem más, mint a keresett y ordináta. A 6. ábrán a 60° -os szögtükör használatát látjuk, itt a $P'P''$ -t lemérve, belőle az y -t számíthatjuk.

$$y = P'P'' \operatorname{tg} 60^\circ = 1,7321 P'P''$$

65. §. A derékszögű koordináta-mérés végrehajtása belsőségeken (városi mérés).

Belsőségeken (város-mérésekben) a koordináta-mérés elvileg ugyanúgy végzendő, mint a külsőségeken, de nagyobb gondot kell fordítani a derékszög kitűzésére, az egyenes kijelölésére, továbbá a hosszak megméréseire.

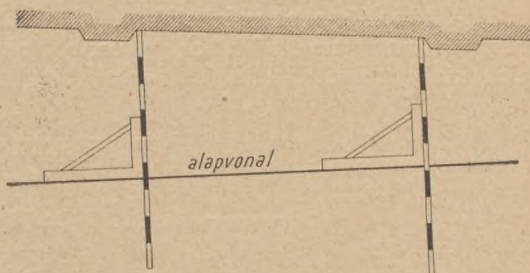
Belsőségeken az egyenest vagy zsinórral jelöljük ki, vagy valósággal felrajzoljuk a terepre. Az utóbbit úgy szokás végezni, hogy előbb teodolittal (vagy esetleg szabad szemmel való beintéssel) az egyenes vonalában mintegy 20–20 m távolságra pontokat iktatunk közbe s azokat vésett vonáskákkal megjelöljük. Ezután két-két ilyen pont között festékbe mártott zsinort feszítünk ki, majd ennek közepét felemelve, azt hirtelen elengedjük. A lecsapódó zsinór nagy szabotossággal rajzolja fel a két pont közötti egyenes vonalat.

A szögkitűző műszernek a szokott módon való alkalmazása, nem elegendő pontosságú s ezért, ha csak lehet, mellőzzük. Szélesebb utcákon mindig két poligon-vonalat vezetünk és pedig a gyalogjárókon. Ilyenkor az ordináták mindig kicsinyek s így a derékszög-kitűzést fából készült derékszöggel végezhetjük el. Ilyen berendezést mutat a 7. ábra; az ordináta mérésére 3,0 m hosszú, cm-re osztott falécet

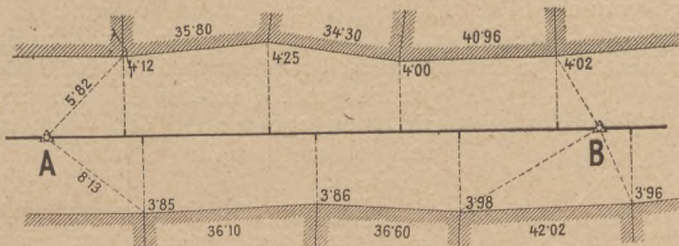
alkalmazunk, melyet az $1,0 \times 2,0$ m méretű faderékszöghöz illesztünk úgy, hogy a vége a felveendő pont mellett legyen.

Keskenyebb utcákban csak egy poligonvonalat szokás vezetni és pedig az úttest közepén. Ez esetben nem mellőzhetjük a szögtük-röt, illetve a szögprizmát, tehát a mérés megfelelő berendezésével kell a talppontkeresés abs-

cissa hibájának hatását kiküszöbölni. Ezt elérjük, ha a részletpontok egymástól való távolságát mérjük az abszcissa helyett. Természetesen



7. ábra. Derékszög-kitűzés városokban.

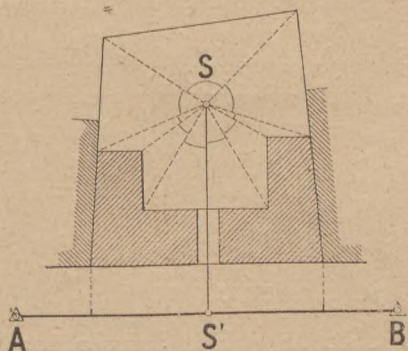


8. ábra. Koordináta-mérés keskeny utcákban.

azért az abszcissát is mérjük, de csak ellenőrzésül a durva hibák felfedezhetésére. Az eljárásra példát a 8. ábra mutat.

VII. FEJEZET.

Poláris koordináta-mérés.



1. ábra. Felvétel derékszögű és poláris koordináta-méréssel.

66. §. A poláris koordináta-mérés alapelve és végrehajtása.

A AB alapvonalra támaszkodva bármely P részletpont meghatározható a PAB szög és a AP távolság megméréseivel. E felvételi eljárás drágább műszerfelszerelést kíván, mint az előbbi, mert hossz-mérő eszközön kívül még szög-mérő műszer — *teodolit* — is szükséges. A poláris koordináta-mérést a városokban a belsőségek részlet felvételében alkalmazzuk, rendszeren

a derékszögű koordináta-méréssel kombinálva. Erre példát mutat az 1. ábra.

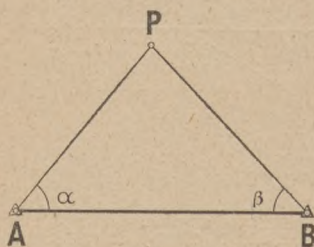
A távolságokat mérhetjük optikai úton is, ez esetben a mérést *tahimétrának* nevezzük. Ezt, később részletezendő okoknál fogva, mint külön felvételi eljárást fogjuk tárgyalni.

VIII. FEJEZET.

Az előmetszés.

67. §. Az előmetszés alapelve és végrehajtása.

Az orthogonális koordináta-mérés a külsőségekben ritkán használható, mert itt egyrészt jó méréspálya ritkán áll rendelkezésre, másrészt pedig mert a részletpontok az alapvonaltól rendszeren nagy távolságra vannak. A külsőségek tipikus felvételi eljárása, a *tahimétrán* kívül, az előmetszés, amely különben — mint csupán szögmérést kívánó művelet — jó kilátó pontok és áttekinthető terep esetén, a leg-gazdaságosabb felvételi eljárások közé tartozik. Lényege abból áll, hogy minden P pontra megmérjük a α és β szögeket (1. ábra).



1. ábra. Előmetszés.

Ugyanazon két alappontból természetesen sok pont határozható meg előmetszéssel. A meghatározás geometriai lényege két egyenes metszésében áll, amiből következik, hogy a meghatározás annál tökéletlenebb, minél hegyesebb a metszés szöge. A gyakorlatban arra kell törekedni, hogy 30° -on aluli metszések ne forduljanak elő.

Meg kell említenem, hogy a pontkapcsolás többi eljárásai (oldal-metszés, hátrametszés, háromszögmérés) részletfelvételre nem alkalmazhatók, mert megkívánják a részletponton való szögmérést is, ami nagyon sok műszer-állásra vezetne.

Az előmetszés csak áttekinthető, kilátási akadályok nélküli terepen alkalmazható, de csak akkor, ha a részletpontok nincsenek túlságosan közel az alapvonalhoz.

IX. FEJEZET.

A tahimétria.

68. §. A tahimétria alapelve.

A *tahimétria* a felveendő részletpontokat *poláris koordinátákkal* határozza meg, azaz úgy, mint a már tárgyalt *poláris koordináta-mérés*. Ettől azonban eltér: 1. abban, hogy a *távolságokat* nem köz-

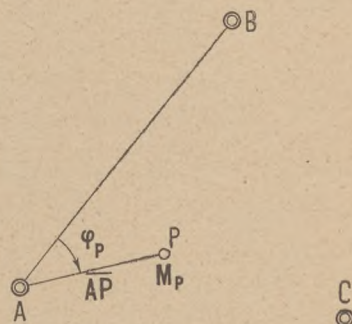
vetlenül, hanem *optikai úton*, magával a szögmérő műszerrel határozza meg, 2. abban, hogy vele a pontok *magasságát* is meg lehet határozni.

Ha A, B, C, \dots -vel jelöljük a már meglévő vízszintes alappontokat (1. ábra), akkor a tahimétriával minden felveendő részletpontra nézve meghatározható a φ_P , \overline{AP} és M_P méretek, ahol φ_P jelenti a AB ismert irány és a AP irány közötti szöget, \overline{AP} a P vízszintes távolsága a A alapponttól (műszer-állásponttól), M_P pedig a P pont magassága valami *alpniveau* fölött.

Előre jelzem, hogy a \overline{AP} távolság nem lehet bármilyen nagy. *Birtokállapot* felvételénél legfeljebb 150 m, *topográfiai felvételénél*¹ legfeljebb 600 m lehet, tehát egy műszer-állásból legfeljebb ilyen távolságokig lehet tahimétriával részletpontokat felvenni.

Megemlítem továbbá, hogy a tahimétria a fenti adatokat nem adja meg közvetlenül, hanem azok a mérés adta mérőszámokból *számítással* vezetendők le.

A tahimétria külön műszerrel, az ú. n. *tahiméterrel* dolgozik. A tahiméter *teodolitszerű* műszer, mely attól főleg abban tér el, hogy a távcső *távmerő berendezéssel* felszerelt.



1. ábra. A tahimétria alapelve.

69. §. Távmerés optikai úton.

Állandó száltávolságú irányszálas távmerő.

Optikai úton, vagyis *közvetve* különböző műszerekkel és módszerekkel lehet távolságokat meghatározni. Ezek közül azt fogom ismertetni, amelyik egyszerű szerkezete és elegendő pontossága révén a technikai gyakorlatban leginkább elterjedt, t. i. az *állandó száltávolságú irányszálas távmerőt*.

Az *állandó száltávolságú irányszálas távmerő* voltaképpen nem más, mint olyan *geodéziai távcső*, melynek látómezejében a rendes vízszintes szálon kívül még két, ahhoz *szimmetriásan* s egymástól *állandó z távolságban* elhelyezett, ugyancsak *vízszintes* szál van. Ezeket a szálat *távmerő szálaknak* szokás nevezni.

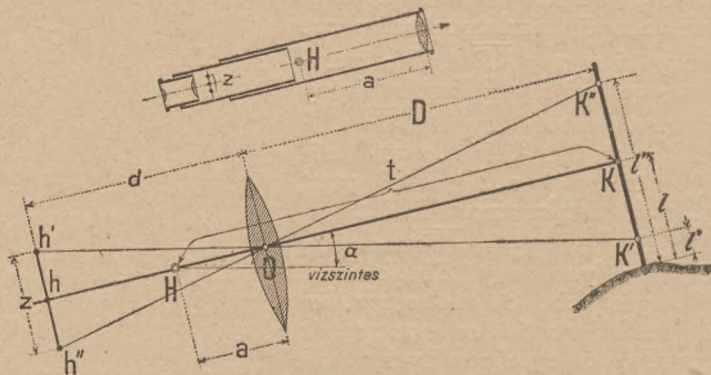
A távmerő szerkezetét a 2. ábra felső része mutatja, melyen a vízszintes szálat mint pontok ábrázoltattak.

A távmeréshez a távcsövön kívül még *beosztott lécz* (ú. n. tahi-

¹ A topográfiai felvétel célja kisebb méretarányú (1:10 000—1:100 000) oly térképet létesíteni, melyen a térszín magassági viszonyai is fel vannak tüntetve.

méteres lécc) is tartozik. Ennek hossza rendszeren 3,0 m s végig cm-beosztással van ellátva, rendszeren dm-számozással (2. ábra).

A távcsövet a megmérendő távolság egyik végpontján, a léccet a másik végpontján állítjuk fel. A léccet tarthatjuk úgy, hogy beosz-



2. ábra. Állandó száltávolságú irányszálas távmérő. A felső rész a távmérő szerkezetét vázlatosan mutatja.

tott felülete merőleges ugyan a távcső irányvonalára (normális léctartás), de rendszeren függőlegesen tartjuk (függőleges léctartás). Ha a távmérő távcsővel ráirányítunk a lécre, úgy a távcső látómezejében a szálaikon kívül látni fogjuk a lécc képét is (3. ábra). A távmérő szálaik közt látszó lécdarab hossza legyen L . Ez az L a távmérőszála leolvasásával megállapítható, nevezetesen

$$L = l'' - l'$$

ahol l'' az alsó, l' a felső távmérő szálnak megfelelő leolvasás. Például a 3. ábrának megfelelő esetben:

$$l' = 1,074 \text{ m}$$

$$l'' = 1,226 \text{ m}$$

$$\text{tehát } L = 0,152 \text{ m}$$

Igazolni fogjuk, hogy távcső forgási tengelyének H -nak a középső szállal beirányzott lécponttól K -tól való távolsága (t) a következőképpen számítható

$$t = c + k L \quad \text{illetve}$$

$$t = c + k L \cos^2 \alpha$$

ahol az első képlet normális, a második pedig függőleges léctartásra



3. ábra. A távmérő távcső látómezeje a tahiméteres lécc képével.

vonatkozik. E képletben c és k állandókat jelentenek, a pedig az irányvonalnak a vízszintessel bezárt szöge.

Azaz, ha mi a távmérő távcső c és k állandóit ismerjük, akkor a L -ből a t , vagyis az irányvonalon mért távolság számítható. Az igazolás a 2. ábra alapján könnyen elvégezhető. Ezen az ábrán alul a távmérő szerkezet lényeges részeit látjuk, t. i. az objektívet és a távmérő szálakat; az okulárist elhagytuk, mert annak csak képnagyító szerepe van. Az ábrán H jelenti a távcső forgási tengelyének megfelelő pontot. Ez a távcső-objektív O optikai középpontjától a állandó távolságban van. Az objektív gyújtótávolsága legyen f , a távmérő szálak távolsága pedig z . A a , f és z a távmérő állandó méretei.

Vegyük először is a normális léctartást, azaz azt, amit a 2. ábra tüntet fel.

Ekkor a felső vízszintes szál h' a léc K' pontjára, az alsó vízszintes szál h'' pedig a léc K'' pontjára fog mutatni. A $K'K''$ méret egyenlő L -lel, azaz $l'' - l'$ -vel mert ez az a lécdarab, amely a távmérő szálak közt látszik.

A lencsék alapképletek szerint

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{D} = \frac{1}{f}$$

Továbbá a $h'h''O \sim K'K''O$ alapján

$$\frac{z}{d} = \frac{L}{D}$$

E két egyenletből a változó d -t kiküszöbölve

$$D = f + \frac{f}{z} L$$

Vagyis a keresett $t = \overline{KH}$ távolság a következő lesz

$$t = \overline{HK} = a + f + \frac{f}{z} L$$

$$t = c + k L$$

ahol $c = a + f$ és $k = \frac{f}{z}$.

A c -t a távmérő összeadó (additív), a k -t pedig a távmérő szorzó (multiplikatív) állandójának nevezzük.

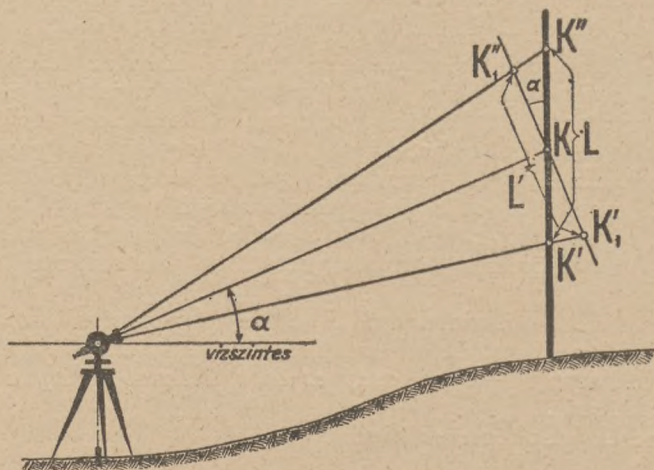
A lécet azonban rendszeren függőlegesen tartjuk, mert a függőleges állását egyszerű eszközökkel, libellával, függővel könnyebben biztosíthatjuk, mint normális állását.

Függőleges léctartás esetére (4. ábra) a L méretet olvassuk le a két távmérő szál között. Az előbbieket alapján

$$t = c + k L'$$

ámde *elegendő megközelítéssel*

$$L' = L \cos \alpha$$

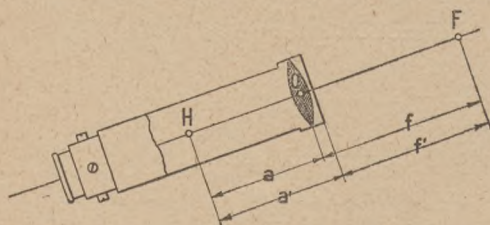


4. ábra. A függőleges léctartás esete.

tehát *függőleges léctartás* esetén

$$t = c + k L \cos \alpha$$

A távmérőt csak akkor használhatjuk, ha állandóit c -t és k -t ismerjük. A c meghatározása méreteiből történik, t. i. megmérjük a -t és f -et, illetve, mert az O pont hozzáférhetetlen, megmérjük a a' és f' méreteket (5. ábra). E méretekből

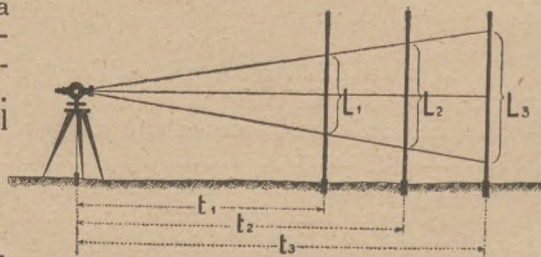


$$c = a + f = a' + f'$$

5. ábra. Az összeadó állandó (c) meghatározása. A szorzó állandót empirikus úton, ismert (lemért) távolságokból határozzuk meg. Tudniillik a műszer előtt t_1 , t_2 , t_3 stb. lemerített távolságokban állítjuk fel a léceket és vízszintes irányvonalal beirányítva megállapítjuk az L_1 , L_2 , L_3 , ... stb. méreteket (6. ábra). Ezekből

$$k = \frac{t - c}{L}$$

képlettel számítható az állandó értéke.



6. ábra. A szorzó állandó (k) meghatározása.

A k állandó értéke f -en kívül a z száltávolságtól függ. A z alkalmas választásával elérhető, hogy a k kerek számú legyen. A geodéziai műszereken a k értéke 100, vagy 200 szokott lenni.

Megemlítem, hogy a távcsövet lehet úgy is szerkeszteni, hogy a c zérus legyen. Az ilyen távmérőket *anallatikus távmérőknek* nevezzük. Ilyenek esetén

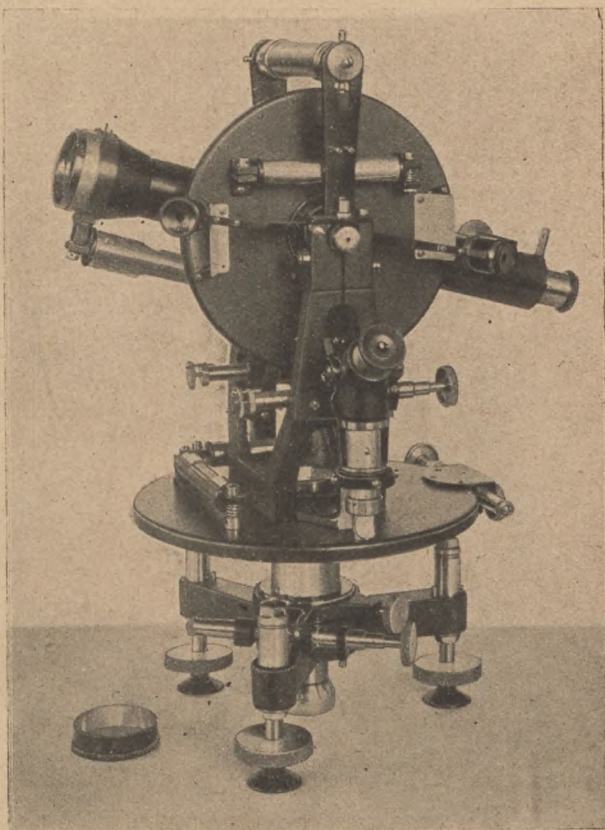
$$t = k L \cos \alpha$$

Az *írányzás* távmérőkkel nem lehet bármily nagy távolságokat mérni. Egész 100 m-ig mintegy $\pm 0,2$ m középphibával adják a távolságot, ezentúl a pontosság rohamosan csökken.

70. §. A tahiméter és a tahiméteres lécz.

A *tahimetrláshoz* tartozó mérőfelszerelés a *tahiméterből* és a *tahiméteres lécből* áll. A tahiméter (7. ábra) teodolitszerű műszer, mely a teodolittól háromféleképpen tér el. Először is abban, hogy a távcső *írányzás* távmérő berendezéssel ellátott, másodszer abban, hogy a műszeren mindig van *magassági kör* és harmadszer abban, hogy a távcsövön mindig van egy *hosszanti libella* (ú. n. *szintező libella*), amivel a távcső irányvonala *vízszintessé* tehető.

A magassági kört a távcsővel mereven kapcsolják, tehát avval együtt forog, *indexei* pedig a mérés alatt *mozdulatlanok*. Mivel fontos, hogy az *indexek* *vonala*nak *térbeli helyzete* mindig ugyanaz legyen, az indexet rendszeren egy *beállító csavarral* lehet forgatni a távcső *fekvő tengelye* körül. Ha van a műszeren ilyen beállító berendezés, ak-



7. ábra. Tahiméter perspektív képe (a „Süss Nándor“ praecisiós mechanikai R. T. 1921. modellje). A távcső nagyítása 35,5-szeres, a vízszintes kör átmérője 15 cm, a magassági kör átmérője 12 cm. A szorzó állandó értéke 100.

kor mindig van egy libella is, mereven hozzáerősítve az indexeket hordó lemezhez. Ez a libella a magassági kör *index-libellája*, a forgató csavar

pedig a magassági indexek beállító csavarja.

Ha a beállító csavarral az index-libella buborékját középre hozzuk, úgy az indexek vonala irányra nézve mindig ugyanazon térbeli helyzetbe kerül.

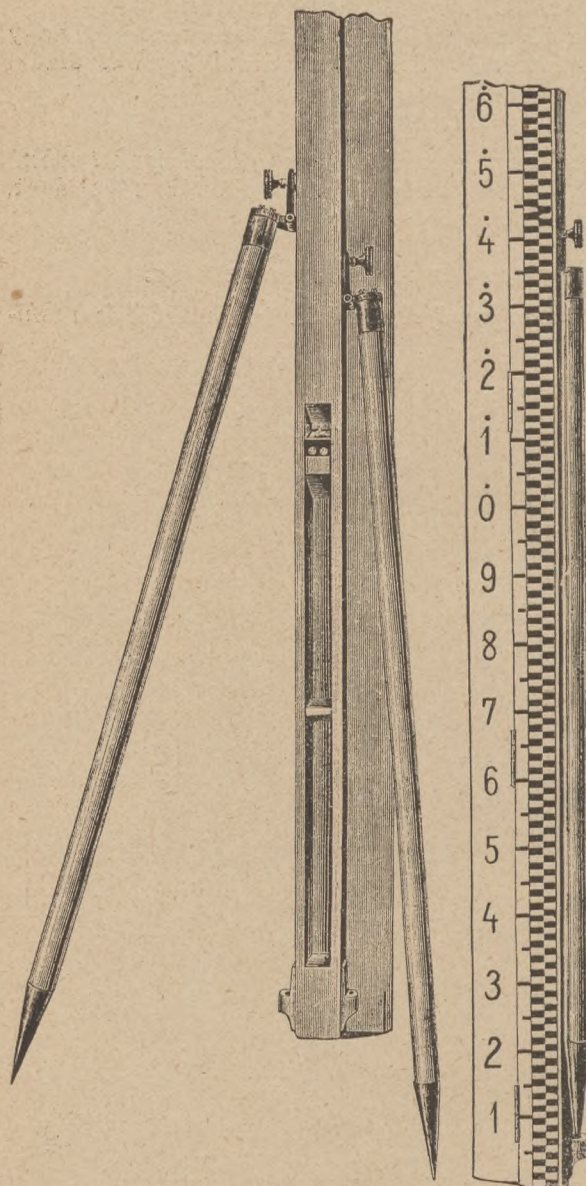
A távcsőre helyezett *szintező libellát* úgy igazítják, hogy tengelye párhuzamos legyen a távcső irányvonalával ($L \parallel J$). Ha ez a feltétel ki van elégítve, akkor a távcsővel könnyen lehet vízszintes irányzásokat végezni, nevezetesen a *szintező-libella* buborékját középre hozva, az irányvonal vízszintes lesz.

A *tahiméter vizsgálata és igazítása* két részből áll, t. i. a *teodolit vizsgálatából* és a *tulajdonképeni tahiméter vizsgálatából*. Hogy az előbbi hogyan történik, azt már láttuk; mint tahimétert pedig három körülményre nézve kell vizsgálni.

1. Meg kell határozni a távmérő távcső *c* és *k* állandóinak számértékeit.

2. Meg kell vizsgálni, hogy a *szintező libella* tengelye párhuzamos-e a távcső irányvonalával.

A vizsgálat módját majd a szintező műszerek tárgyalásakor fogjuk részletezni.



8. ábra. A tahiméteres lécz.

3. Meg kell vizsgálni, hogy akkor, amikor az irányvonal vízszintes és a magassági kör első indexe 0-ra mutat, az index-libella buborékja középen áll-e?

A tahimetráláshoz a tahiméteren kívül beosztott lécz, az ú. n. **tahiméteres lécz** is szükséges. A *tahiméteres lécz* rendszeren három méter hosszú s egész végig cm-ekre van osztva és pedig rendszeren *kettős sáv*os osztással (8. ábra), amelyen a deciméterek folytatólágos számozásúak. A lécen alul kovácsolt saru van, melynek kiálló csúcsa állítandó a felveendő részletpontra.

A lécet a felállítás után két bottal támasztjuk meg.

A lécz függőlegessé tételére a lécen szelencés libellát találunk.

71. §. A tahiméterrel való felvétel leírása.

1. Mérés.

A felvételt megelőzően gondoskodni kell arról, hogy a felveendő terepen átlag mintegy minden 300 m-re vízszintes alappontok álljanak rendelkezésre. Amennyiben a tahiméterrel magasságokat is akarunk mérni, kell, hogy a vízszintes alappontok magasságait is ismerjük.

A *tahimetrálás* *avval* indul meg, hogy a *tahimétert felállítjuk valamelyik vízszintes alapponton*. A felállítás úgy végzendő el, mint a teodolit felállítása, de a pontra állítást elegendő 1 cm-re pontosan elvégezni.

A felállítás után meghatározzuk a *műszer fekvő tengelyének* (H -nak) *magasságát* M_H -t, az alapul felvett niveau felett (azaz ama niveau felett, melyre az alappontok magasságai vonatkoznak). Ehhez a h méret leérése szükséges (9. ábra), mert

$$M_H = M_A + h$$

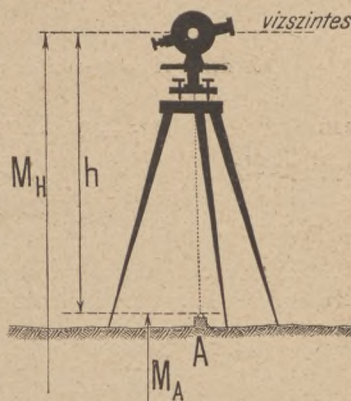
A második teendő a vízszintes kör *tájékoztató irányértékének* meghatározása. E célból a távcsővel beirányítjuk a vízszintes alappontok valamelyikét, például a B -t s leolvassuk a vízszintes körön az 1 index állását l_B -t. Ez lesz a *tájékoztató irányérték*

E két adat, t. i. M_H és l_B , *valamennyi a A pontból felveendő részletpontra nézve közös adat*.

Ezután felvehetjük az összes részletpontokat, melyek a A tól nincsenek 150 m-nél nagyobb távolságra s amelyeken léczet lehet úgy felállítani, hogy az a A pontból látható legyen.

Minden egyes részletpontra nézve a következő műveletek végzendők el:

1. A felveendő részletpontra a tahiméteres léczet *függőlegesen* felállítatjuk.



9. ábra. A műszermagasság (M_H) meghatározása.

2. A távcsővel ráirányítunk a lécre úgy, hogy a középső szál valami tetszőleges kerek számú lécleolvasásra l -re mutasson s aztán leolvassuk a két távmérő szál állását l' és l'' -t. Számítjuk a $L = l'' - l'$ -t.

3. Leolvassuk a *magassági szöget* α -t.

4. Leolvassuk a *vízszintes körön* az index állását l_P -t.

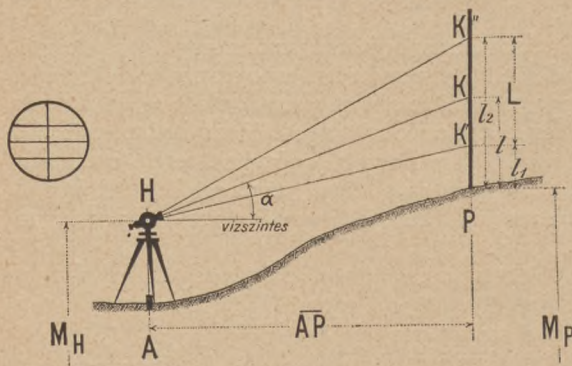
2. Számítás.

Az egyes részletpontokat a tahimétria a következő három adattal határozza meg: φ_P , \overline{AP} és M_P (lásd 1. ábra).

Ezek közül világos, hogy

$$\varphi_P = l_P - l_B$$

A \overline{AP} a vízszintes távolságot jelenti.



10. ábra. A tahimétrálás végrehajtása.

A 10. ábra szerint

$$\overline{AP} = \overline{HK} \cos \alpha$$

Ámde

$$\overline{HK} = t = c + k L \cos \alpha$$

tehát

$$\overline{AP} = c \cos \alpha + k L \cos^2 \alpha$$

A M_P jelenti a részletpont magasságát. A 11. ábra szerint

$$M_P = M_H + \overline{HK} \sin \alpha - l$$

azaz

$$M_P = M_H - l + c \sin \alpha + k L \sin \alpha \cos \alpha$$

vagy pedig

$$M_P = M_H - l + c \sin \alpha + \frac{1}{2} k L \sin 2 \alpha$$

Egybefoglalva a tahimétrálás alapképleteit, egyszerű irányzásas távmérő és függőleges léctartás esetén a következők:

$$\varphi_P = l_P - l_B$$

$$\overline{AP} = c \cos \alpha + k L \cos^2 \alpha$$

$$M_P = M_H - l + c \sin \alpha + k L \sin \alpha \cos \alpha$$

Ha a távmérő anallatikus irányzásas távmérő, akkor $c = 0$, azaz az esetben

$$\varphi_P = l_P - l_B$$

$$\overline{AP} = k L \cos^2 \alpha$$

$$M_P = M_H - l + k L \sin \alpha \cos \alpha$$

A számítás során a legtöbb munkát a $k L \cos^2 \alpha$ és $k L \sin \alpha \cos \alpha$ tagok kiszámítása adja. Amde a tagok meghatározására vannak *táblázatok* (W. Jordan, *Hilfstafeln für Tachimetrie*. Jadanza, *Tavole Tacheometriche* stb.), *grafikonok* és az egyszerű logaritmikus számítóléchez hasonló módon készült *tahiméteres logaritmikus lécek*.

Megemlítem, hogy esetleg a tahimétert lehet úgy szerkeszteni, hogy e tagok számértékeit magáról a műszerről lehessen leolvasni. Az ilyen tahimétereket *redukáló tahimétereknek* szoktuk nevezni.

X. FEJEZET.

A mérőasztal-felvétel.

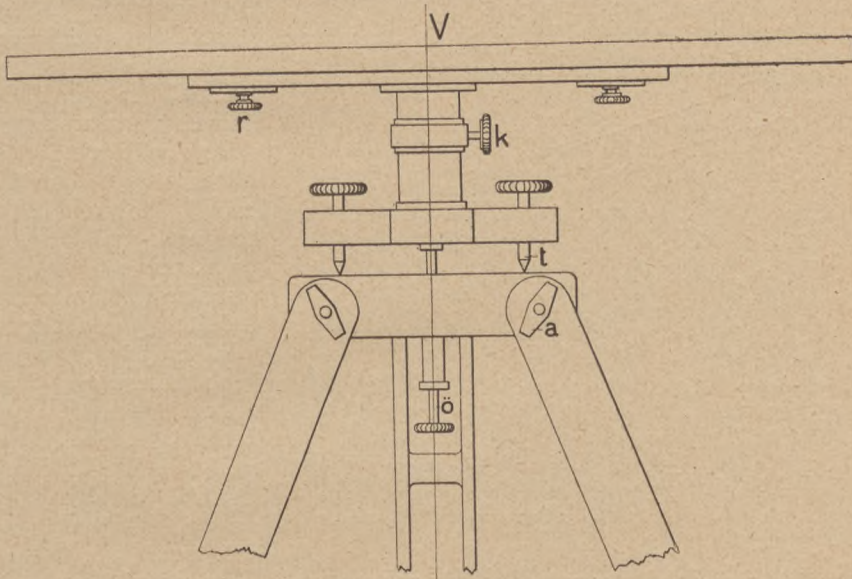
72. §. A mérőasztal-felvétel műszerei.

A *mérőasztal-felvétel* a *grafikus felvételi eljárások* közé tartozik, vagyis a mérőasztallal és a hozzátartozó műszerekkel a részletpontról rögtön a helyszínen készíthetünk térképet és pedig egy bizonyos méretarányban.

A *mérőasztal-felvétel* műszerei: 1. a *mérőasztal*, 2. a *távcsöves vonalzó*, 3. a *villás vetítő*, 4. a *talpas libella*.

1. A mérőasztal.

A mérőasztal vázlatos nézetét az 1. ábrán láthatjuk.



1 ábra. A mérőasztal vázlatos oldalnézete.

A *mérőasztalt* mérés alatt olyan háromlábú állványra helyezik,

mint amilyen a többi geodéziai műszer állványa. A műszert az állványhoz itt is az összekötő csavar (\bar{o}) köti, de ennek itt csupán ez a rendeltetése, levetítésre nem szolgál, mert a műszer-álláspont képe a rajztábla különböző helyein lehet.

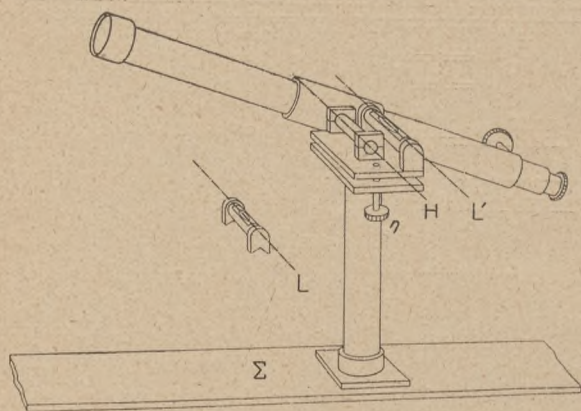
A mérőasztal maga alul a *műszertalpból*, felül a *rajz/áblát alátámasztó részből* és végül magából a *rajztáblából* áll.

A *műszertalp alsó része* olyan, mint a teodolit talpa s szintén három talpcsavar-csúcson nyugszik. Középső, hengeres törzsének belseje csapágyszerű s benne foroghat a talp felső részének lenyúló tengelye. Ehhez a csaphoz (álló tengelyhez) mereven van erősítve a rajztáblát alátámasztó háromágú lemez, úgy, hogy az a rajztáblával együtt szabatosan körbe forgatható. A *forgatás* megrögzítésére szorító csavar (k) szolgál, parányi módon való végzésére pedig szokásos szerkezetű irányító csavart használunk.

A *rajztáblát* a háromágú lemezhez három csavarral (a rajztábla szorító csavarokkal, az 1. ábrán r) lehet hozzáerősíteni. E csavaroknak nagyobb játékuk van s ezért a csavarok meglazítása után, a rajztábla a talp felső lemezén bármely irányban kissé elmozdítható. Ennek az elmozdíthatóságnak a mérőasztal pontra állításakor vesszük jó hasznát. Maga a rajztábla több, összeenyvezett farétegből készül, mert fontos, hogy eredeti sík volta mindig megmaradjon.

2. A távcsöves vonalzó.

A *távcsöves vonalzó* perspektív képét a 2. ábra mutatja. Két részből áll, t. i. a *rajzoló részből* és az *irányzó részből*. A *rajzoló része*



2. ábra. A távcsöves vonalzó.

az a hosszú fémvonalzó (Σ), melyen a távcsöves vonalzó nyugszik. Az irányzó rész áll egy geodéziai távcsőből, mely a H fekvő tengely körül forgatható. Ez a tengely a vonalzóhoz mereven erősített álló oszlopba van csapágyazva. A jobb távcsöves vonalzókon mindig találunk beállító csavart (η) és alhidáde-libellát (L'). A beállító csavarral (η -val) a H tengelyt egy reá merőleges tengely

(csukló) körül lehet forgatni, vagyis vele a H tengely vízszintesé tehető függetlenül attól, hogy a vonalzó lapja vízszintes-e. A vízszinteség megítélése az alhidáde-libellán történik, melyet előzőleg kiigazítunk úgy, hogy tengelye párhuzamos legyen a távcső fekvő tengelyével

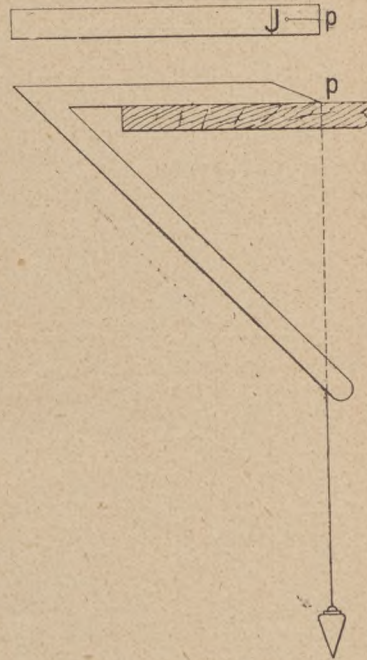
($L \parallel H$). A távcsöves vonalzón megkívánjuk, hogy 1. távcső S_v függőleges irányú legyen merőleges legyen a H fekvő tengelyre ($S_v \perp H$), 2. az alhidáde-libella L' tengelye párhuzamos legyen a H fekvő tengellyel ($L' \parallel H$). Amennyiben a távcsöves vonalzón nincs beállító csavar és nincs alhidáde-libella, akkor megkívánjuk, hogy a fekvő tengely (H) a vonalzó lapjával (Σ val) legyen párhuzamos ($H \parallel \Sigma$).

E feltételek kielégítése azért szükséges, mert ezek biztosítják azt, hogy a távcső irányúja a mérés alatt csakugyan függőleges legyen.

3. A talpas libella és a villás vetítő.

A rajztábla vízszintesé tételére szolgáló *talpas libella*, egy ív perc körüli érzékenységgű csöves libella, melyet használat előtt kiigazítunk úgy, hogy tengelye a talp vonalával párhuzamos legyen ($L \parallel T$).

A *villás vetítő* (3. ábra) a mérőasztal pontra állítására szolgál. Ugyanis a műszer-állásul szolgáló mérőpont a rajztábla különböző részein lehet, tehát villa alakú vetítő közvetítésével lehet csak megítélni azt, hogy a mezei pont (a műszer-álláspont) és a táblán levő képe egyazon függőlegesen vannak-e. A villás vetítő szerkezete és használata a 3. ábrából világosan látható.



73. §. A mérőasztal felállítása.

A mérőasztal felállítása három műveletből áll, t. i. 1. a pontra állításból, 2. a rajztábla vízszintesé tételéből, 3. a rajztábla tájékozásából. A pontra állítással azt kell elérni, hogy a műszer-álláspont és a rajztáblán levő képe egy függőlegesbe kerüljenek.

A rajztábla vízszintesé azért teendő, mert a felvétel a vízszintes vetületben végzendő. A rajztábla tájékozása alatt a rajztábla olyan módon való elforgatását értjük, hogy a műszer-álláspont képe, továbbá egy abból jól látható egyéb alappont (tájékozo alappont) képe mellé helyezett távcsöves vonalzó távcsövében a tájékozo alappontot lássuk beirányítva.

Ha a távcső függőleges irányúja párhuzamos a vonalzó élével, akkor a tájékozás által a rajztáblán levő irányok párhuzamosak lesznek a megfelelő mezei irányokkal. De hangsúlyoznom kell, hogy az nem szükséges, a fontos csak az, hogy a mérőasztal minden felállítása alkalmával a rajztáblán levő irányok térbeli helyzete ugyanaz legyen.

3. ábra. A villás vetítő.

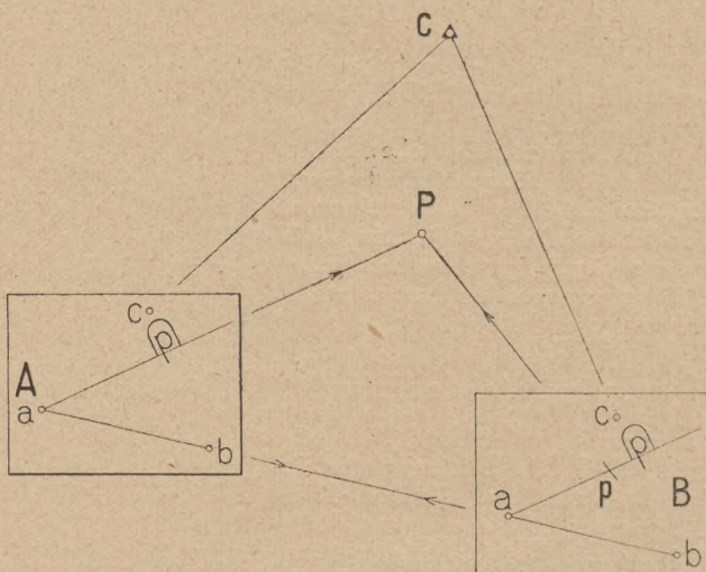
74. §. A mérőasztal-felvétel módszerei.

A mérőasztallal pontokat a következő módszerekkel lehet meghatározni: 1. előmetszéssel, 2. poláris koordináta felvétellel, 3. oldalmetszéssel, 4. hátrametszéssel, 5. sokszögeléssel. E felvételi módszerek közül a részletpontok felvételére csak az első kettő használandó, a többit alappontok grafikus sűrítésére szokás felhasználni.

A mérőasztal-felvétel legfontosabb módszere az előmetszés.

Az előmetszés csak akkor végezhető el, ha már alappontjaink vannak, legyenek az alappontok A, B, C, \dots a mezőn s ezek képei a rajztáblán legyenek a, b, c, \dots . Előmetszéssel valamely P pont p képét a következőképpen határozzuk meg.

Az alappontok közül kiválasztunk két olyan pontot, melyekből a P jó metszéssel határozható meg. Legyenek ezek A és B . A mérés



4. ábra. Pontmeghatározás előmetszéssel.

avval indul meg, hogy a mérőasztalt felállítjuk először a A alapponton úgy, hogy a a kép a A fölé jusson, továbbá hogy az asztallap vízszintes és tájékozott legyen. A 4. ábrán feltettük, hogy a vonalzó és a távcső függőleges síkja egymással párhuzamosak, tehát a tájékozás által a rajztáblán levő irányok a mezei irányokkal párhuzamosak lettek. A felállítás után a távcsöves vonalzóval beirányítjuk a felveendő P pontot úgy, hogy képe a függőleges szálon legyen, továbbá, hogy a vonalzó éle a A -nak megfelelő a kép mellett legyen. A vonalzó élének eme helyzetét mellette kihúzott éles, szabatos ceruzavonással jelöljük meg. Világos, hogy a p -nek rajta kell lennie ezen a kihúzott egyenesen.

Most a mérőasztallal elmegyünk a másik alappontra, B -re s az

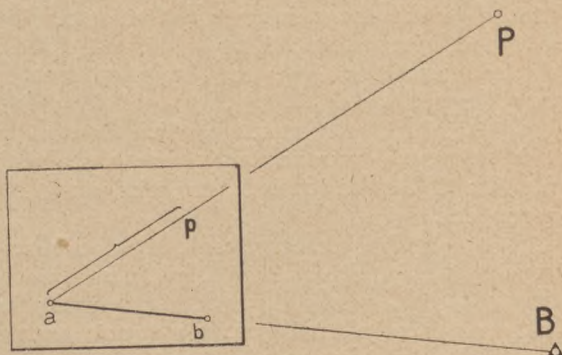
asztal már részletezett, gondos felállítása után újból beirányítjuk a P pontot úgy, hogy a vonalzó éle a b mellett legyen, a távcső függőleges szála pedig P -re mutasson. A vonalzó éle mellett kihúzott egyenesnek szintén a p n kell átmennie, tehát a két egyenes metszése fogja megadni a p -t.

A **poláris koordináta felvételt** mutatja az 5. ábra. Itt a AB (képe ab) vonalat választjuk *sark-tengelynek*, s a P meghatározását *vegyes* művelettel, t. i.

grafikus szögméréssel és közvetlen hossz-méréssel állapítjuk meg. Nevezetesen a mérőasztalt fel-

állítjuk a A ponton s aztán beirányítjuk az a mellett tartott távcsöves vonalzóval a felveendő P pontot. A beirányítás után kihúzzuk a megfelelő egyenest és erre a térkép méretarányában felrakva a közvetlen úton

lemért \overline{AP} méretet kapjuk, a p -t.



5. ábra. Pontmeghatározás poláris koordinátaméréssel.

A \overline{AP} méretet közvetett úton, optikai távmérővel is meghatározhatjuk. Ehhez az kell, hogy a távcsőben távmérő szálak legyenek, továbbá, hogy tahiméteres léczünk legyen. Az ilyen mérést *tahigrafo-métriának* nevezzük.

Az *oldalmetszést* és a *hátrametszést* csak további alappontok felvételére, vagyis az alappontok grafikus sűrítésére használjuk. Lényegükben megfelelnek az alappontok meghatározásakor már tárgyalt ugyanilyen nevű műveleteknek s nem is mások, mint azok grafikus végrehajtásai.

A *sokszögelés*, éppen úgy, mint a poláris koordinátamérés, *vegyes* műveletekkel jár. T. i. a szögeket grafikusán mérjük magával a mérőasztallal, a hosszakat pedig közvetlen úton mérjük szalaggal s a talált értékeket a rajz méretarányában rakjuk fel a papiroson.

75. §. A mérőasztal-felvétel végrehajtása.

Ha valamely vidéken mérőasztallal akarunk részletfelvételt végezni, úgy elsősorban is kellő számú alappontokról kell gondoskodni. A felvételt csak akkor indíthatjuk meg, ha a *rajztáblán legalább három alappontunk van*. Nagyobb felvétel esetén a felvételt több lapon (szelvényen) kell végezni, mindegyikre *három három* alappont kell. A szükséges alappontok száma tehát a szelvény nagyságától és a felvétel méretarányától függ.

Nálunk az országos kataszter a mérőasztal-felvételt használja

a részletmérésben. A méretarány $1:2880^1$, a szelvény nagyság $20 \text{ hüvelyk} \times 25 \text{ hüvelyk}$, a szelvényterület $500 \text{ négyszöghüvelyk}$, vagyis a valóságban $500 \text{ katasztrális hold}$.

A részletfelvételhez azonban nem csak *három alappont*, hanem annál sokszorta több kell. A mérőasztal-felvétel csak akkor gazdaságos, tehát használata csak akkor indokolt, ha a további alappontokat már grafikusán, az asztallal magával határozhatjuk meg.

A mérés megindításához szükséges alappontok meghatározása után előkészítjük a *szelvénybeosztást*. E műveletben irányadó, hogy a felveendő terület lehetőleg kevés csonkaszelvénnel legyen felvehető, de természetesen úgy, hogy minden szelvényen legalább három alappont legyen.

A szelvény-beosztás elkészülte után megkezdődik az egyes szelvényeken való munka. Felrakjuk a szelvény keretét s utána az alappontokat. Az utóbbiak felrakásában $\pm 0,1 \text{ mm}$ szabotosságra kell törekedni.

A mezőre kimenne, a *felvételi előrajz* elkészítése és a pontoknak rendszeren *zsindelekkel* való *kijelölése* után *grafikusán sűrítjük* az alappontokat. A részletfelvételt úgyszólván kizárólag *előmetszéssel* kell végezni, ezért a kiválasztott alappontoknak jó *kilátó* pontoknak kell lenniök. A részletpontok láthatóvá tételére, a ponton függőlegesen tartott $4-5 \text{ m}$ hosszú jelző karókat használunk.

XI. FEJEZET.

A fotogrammetria.

76. §. A fotogrammetria alapelve.

A *fotogrammetria*, éppen úgy, mint a *tahimétria*, *vegyes felvételi eljárás*, vagyis nemcsak a *vízszintes* helyzet meghatározására való, de használható *magasságok* mérésére is.

Pontossága kisebb, mint a többi, már tárgyalt részletfelvételi eljárásé, de azok felett nagy előnye az, hogy a felveendő pontokra nem kell elmenni, tehát alkalmas *hozzáférhetlen pontok* (meredek sziklafalak, szakadékos hegyvidék stb.) felvételére. Jól használható továbbá *épitmények* (műemlékek) felvételére is.

Lényege abból áll, hogy a felvételi pontokról megfelelően tájékozott *fényképfelvételeket* készítünk.

A *fénykép* (fotográfia) a felvett pontoknak (tájéknak, épületnek) *centrális vetülete*. Centrum az objektív optikai középpontja, képsík a lemez amaz oldala, melyen a fényérzékeny réteg van.

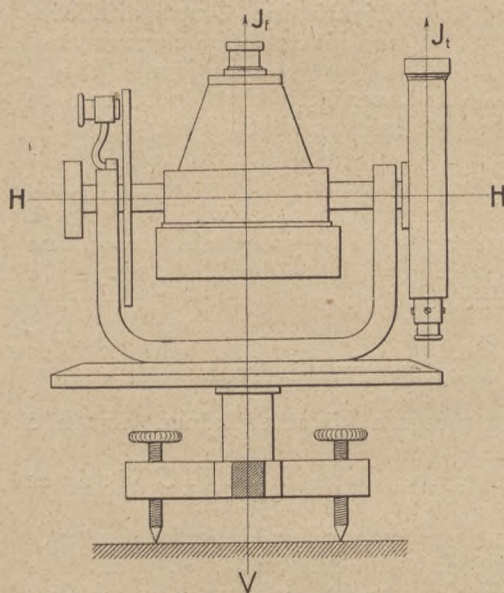
¹ Az $1:2880$ as méretarány (az ú. n. bécsi méretarány) onnan származik, hogy a kataszteri mérésekben még mindig a *bécsi öl* az egység (Ausztriában ez az egység s a bécsi méretarány is már régen a múlté) s ezen egységben a méretarányt úgy állapították meg, hogy 1 hüvelyk a rajzon a valóságban 40 öl et, azaz 2880 hüvelyket jelentsen. A kataszteri szelvényen annak méretarányában dolgozva, minden $500 \text{ katasztrális holdon}$ három alappontot kell meghatározni.

A *centrális vetület* bármely pontra nézve megad egy sugarat, mely adott centrum és képsík-távolság esetén egyszerűen megszerkeszthető. Ha tehát valamely pontról (illetve pont-tömegről) két felvételt készítünk s megfelelő mérésekkel megállapítjuk a két centrum és a két képsík *relatív helyzetét*, akkor bármely pontra nézve a két képről (fotografiáról) két sugár szerkeszthető, amelyek a pontot *egyértelműen és teljesen* meghatározzák. Vagyis két egymáshoz képest tájékozott *centrális vetület* a mind a kettőn szereplő képpontnak megfelelő pont térbeli helyzetét *teljesen meghatározza*, ami más szóval azt jelenti, hogy két *centrális vetületből* bármely más vetület megszerkeszthető, tehát a vízszintes vetület, vagyis a térkép is.

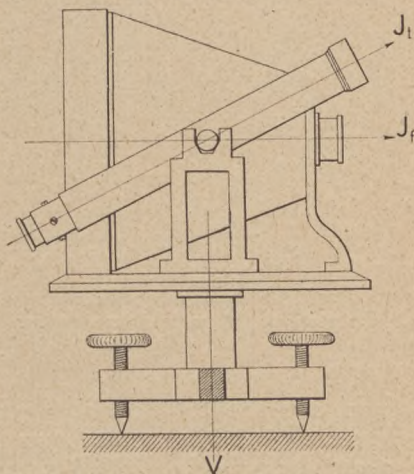
77. §. A fotogrammetria műszere.

A fotogrammetria műszere olyan teodolit, melyet fényképező készülékkel szerelünk fel. Azon kapcsolat szerint, mely a teodolit és fényképező készülék közt lehetséges, kétféle műszert különböztetünk meg, t. i. 1. fotogrammetert, 2. fototeodolítot.

A fotogramméteren (1. ábra) a fényképező készülék mereven van az



2. ábra. A fototeodolit vázlatos rajza.



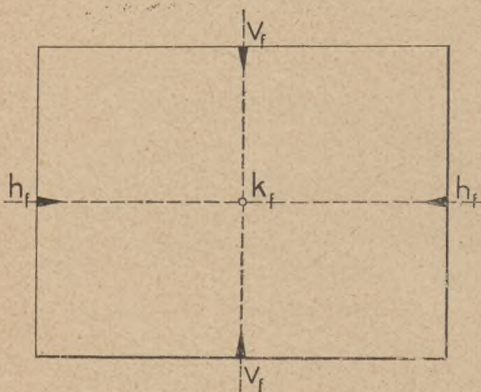
1. ábra. A fotogramméter vázlatos rajza.

alhidádéra erősítve s a képsík párhuzamos a műszer álló (függőleges) tengelyével. A teodolit felállítás után a képsík *függőleges helyzetű* lesz. A távcső rendszeren *különpontos* (excentrikus) elhelyezésű.

A fototeodoliton (2. ábra) a fényképező készülék a *fekvő* (horizontális) tengelyre van erősítve; a képsík párhuzamos a fekvő tengellyel. A fényképező készülék képsíkja foroghat a fekvő tengely körül, tehát méréskor hajlása a vízszinteshez különböző lehet. A képsík hajlásának megmérése a műszeren mindig van magas-

sági kör. A távcső szintén külpontos elhelyezésű. A fototeodolitot csak akkor használjuk, ha a felveendő pontokhoz tartozó irányok magassági szögei nagyok; így az építészetben menyezetek felvételére használják.

A fényképező (fotografáló) kamara a közönségestől egyrészt abban tér el, hogy kitűnőbb objektívet szerelünk rá, olyat t. i., amelynél a szokásos lencse-hibák (gömbi-eltérés színi-eltérés, distorsio stb.) a minimumra redukáltak, továbbá, hogy a lemeztartó kazettán kis csúcsok két, egymásra merőleges egyenes végpontjait jelölik ki. E csúcsok (esetleg bevágások vagy nyílások) ráfotografálódnak a lemezre is



3. ábra. A lemez az iránycsúcsokkal. A pontozott egyenesek a fotografáló kamara irányegyenesei (irányszálai).

(3. ábra) úgy, hogy azokat összekötve, a lemezen két, egymásra merőleges egyenes rajzolható. Ez egyenesek szerepe a fényképező kamarában olyan, mint amilyen a szálaké a távcsőben s e teljes analógia alapján ezeket a fényképező kamara vízszintes, illetve függőleges irányegyeneseinek, vagy irányszáljának fogjuk nevezni.

A fényképező kamara objektívjének O optikai közép-pontját összekötve az irányszálak metszéspontjával (k_f -fel), nyerjük a fényképező kamara irányvonalát (J_f -et).

A fotogrammetert és a fototeodolitot úgy kell igazítani

mint a teodolitot, továbbá a fotogramméteren megkívánjuk, hogy a lemez síkja párhuzamos legyen a műszer álló tengelyével, a fototeodoliton pedig, hogy a fotografáló kamara irányvonala párhuzamos legyen a távcső helyesen igazított irányvonalával.

78. §. A mérés a fotogramméterrel.

Fotogrammetert feltételezve, a mérés a következőképen hajtandó végre.

Felteszem, hogy már rendelkezésre állanak a A, B, C vízszintes és magassági alappontok.

A fotogramméterrel felállunk az egyik vízszintes alapponton s meghatározzuk az objektív közepének magasságát M^0_A t. Ezután a távcsővel beirányítva az egyik alappontot (B), leolvassuk az alhidáde indexeinek állását I^B_A -t, (tájékoztató leolvasás).

Most a fényképező kamarát úgy állítjuk, hogy a beállításra szolgáló homályos (matí) üvegen a felveendő tájékat (épületet) lássuk. Ezután a kezettát behelyezve, elvégezzük az exponálást, azaz lefotografáljuk a vidéket. Rögtön utána leolvassuk az alhidáde indexeinek állását (I^f_A),

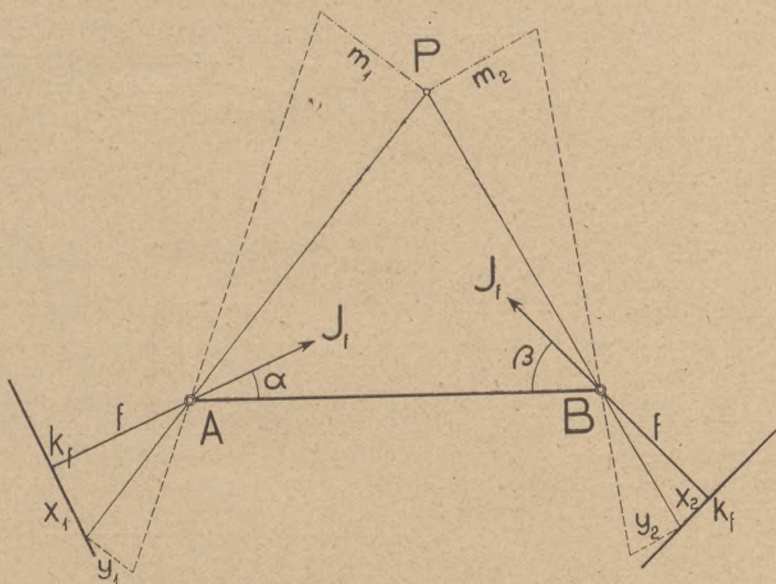
Ugyane műveleteket elvégezzük a másik ponton, a B -n is. Kapunk itt is egy műszermagasságot (M^0_B), egy tájékozó leolvasást (l^A_B), egy fotografiát (ugyanazon vidékről) s az ennek megfelelő alhidáde-helyzetet jellemző l^f_B irányértéket.

Az így nyert adatokból meghatározhatók mindama pontok, melyek képei mind a két fotografián fellelhetők.

79. §. A térképkészítés a fotogramméteres felvétel alapján.

A térképkészítés egyes műveletei a következők:

1. A vízszintes kör leolvasásaiból mindenek előtt levezetjük — tekintetbe véve a távcső külpontos elhelyezését — a fényképező



4. ábra. Térképszerkesztés a fotogramméterrel való felvétel adataiból.

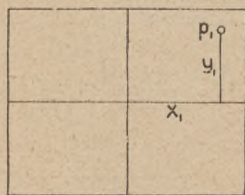
kamara J_f irányvonalának a AB iránnyal bezárt α , illetve β szögét (4. ábra).

2. A fényképfelvételeket kidoldozzuk s minden felvételtől, jó-fajta papíron *pozitív* másolatot állítunk elő. E másolatokon hegyes tűvel kirajzoljuk a vízszintes és a függőleges szálaknak megfelelő egyeneseket.

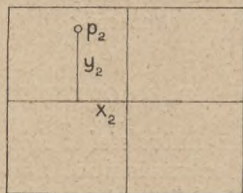
3. Az egyes fényképeken felkeressük ugyanannak a pontnak két képét s ezeket apró körrel és számmal megjelöljük.

Ez a művelet — az ú. n. *pointírozás* — a legfárasztóbb és a legkényesebb része az egyszerű fotogrammétriának. Gondos keresztülvitele csak akkor lehetséges, ha jól megkülönböztethető (*markáns*) térszíni pontokról van szó, továbbá, ha az alapvonal végpontjai egy-

mástól nincsenek nagy távolságban. Ezért az egyszerű fotogrammetria csak olyan részletek felvételére alkalmas, melyen az az előfeltétel ki van elégítve (sziklás hegyvidék, épület stb). Növényzettel (bokrokkal, erdőkkel) fedett térszínen az egyszerű fotogrammetria a markáns jel-



álláspont: A.



álláspont: B.

5. ábra. Az egyes képek, egy pont kép koordinátáinak feltüntetésével.

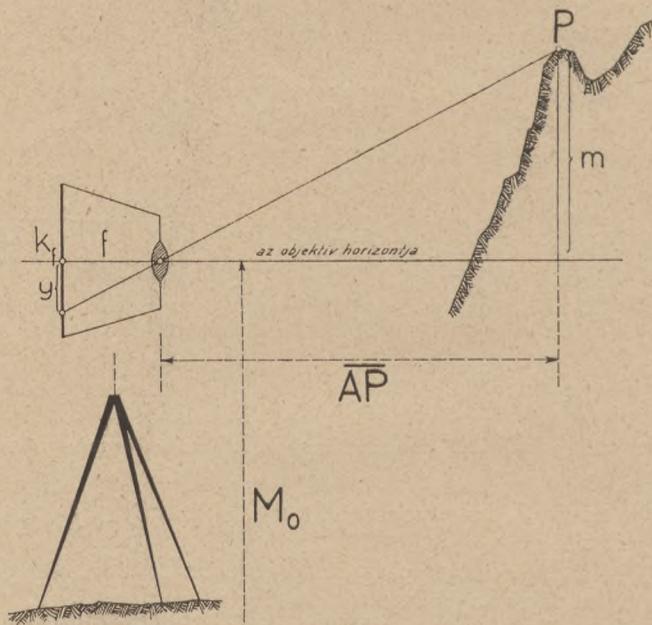
5. A A és B alappontokat, adataik (koordinátáik) alapján felrakjuk az elkészítendő térkép méretarányában (4. ábra). Ezután az α és a β szögeket a AB irányra felrakva, megkapjuk a fényképező kamara irányvonalainak mérés alatti helyzetét. Az irányvonalakra A -tól, illetve B -től felrakva a képsík-távolságot — az objektív gyűjtőtávolságát f -et — megrajzolhatjuk vízszintes vetületben a képsíkok mérés alatti helyzetét. A képsík-projekció vonalára k -tól számítva felrakhatjuk az x_1 , illetve x_2 méreteket (ugyanabban az egységben, amiben az f -et raktuk fel); ezek lesznek a képpontok vízszintes vetületei.

E pontoknak A val, illetve B -vel való összeköttetése két sugarat ad s ezek metszése a P pont képe.

A pont magasságát a 6. ábra alapján vezethetjük le. Ha a pont távolsága a műszer-állástól már ismeretes (\overline{AP}), akkor az y -ből a

legű pontok teljes hiánya folytán — nem alkalmazható.

4. Az egyes fényképeken lemérjük az azonosított kép-pontoknak a vízszintes, illetve a függőleges száltól mért y és x távolságait (5. ábra) s az eredményeket jegyzékbe foglaljuk össze.



6. ábra. A magasság meghatározása a fotogramméteres felvétel adatai alapján.

következő arány adja meg az objektív horizontja feletti magasságot

$$m : \overline{AP} = y : f$$

$$m = \overline{AP} \frac{y}{f}$$

Vagyis a pont M_P magasságát akár számítással, akár szerkesztéssel (a 4. ábrán a pontozott vonal mutatja) két úton határozhatjuk meg. Nevezetesen számíthatjuk (vagy szerkeszthetjük) az m_1 -et

$$m_1 = \overline{AB} \frac{y_1}{f}$$

s ebből

$$M_P = M_A^0 + m_1$$

és számíthatjuk (vagy szerkeszthetjük) m_2 -t

$$m_2 = \overline{BP} \frac{y_2}{f}$$

s innen

$$M_P = M_B^0 + m_2$$

A kétféle úton kapott érték igen jó ellenőrzést nyújt a pointirozásra.

A szerkesztésben fontos szerepet játszik az f számértéke, melyet az objektív gyűjtőtávolságának neveztünk, de helyesen a fénykép gyűjtőtávolságaként értelmezendő. E két fogalom csak elméletileg fedi egymást, gyakorlatilag nem, mert a nedves eljárással készült lemezeknek, illetőleg pozitív képnek gyűjtőtávolsága nem lesz azonos az objektívével, tekintve, hogy a fény érzékeny réteg, illetve a papiros a nedves kezelési eljárás után összehúzódik.

A fénykép gyűjtőtávolságát úgy lehet meghatározni, hogy lefényképezünk több, jól megjelölt, ismert alappontot, Minden egyes ismert s a képen rajta levő alappont egy-egy értéket ad a fénykép f -jére. Ugyanis, ha az előbbi rajzon P ismert alappontot jelent, akkor ismeretes, illetve számítható az PAJ_f szög, s ebből

$$f = x_1 \cotg (P, A, J_f)$$

Hogy az f meghatározása elegendően pontos legyen, sok ismert alappontot kell lefényképezni és pedig olyanokat, melyekre a (P, A, J_f) szög lehetőleg nagy szög.

XII. FEJEZET.

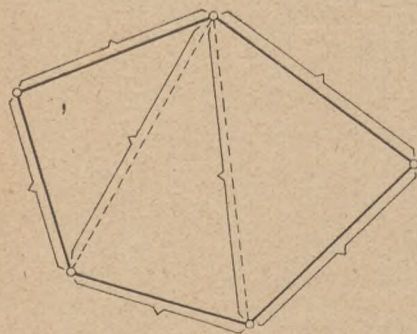
Kisebb felvételek.

80. §. A kisebb felvételek alapelve és módszerei.

A gyakorlatban sokszor előfordul az, hogy csak egyes telkeket, vagy egyes birtokrészeket (parcellákat) kell felvenni, azaz csak né-

hány, egymáshoz közel eső pontot kell relative meghatározni. Az ilyen méréseket nevezzük *kis felvételeknek*, vagy *izolált felvételeknek*. *Kis felvételek esetén* a meghatározandó pontok *relatív* meghatározására szolgáló mérések rendszeren csupán a meghatározandó pontokra vonatkoznak (alappontok nincsenek), de előfordulhat, hogy alappontokra is szükség van.

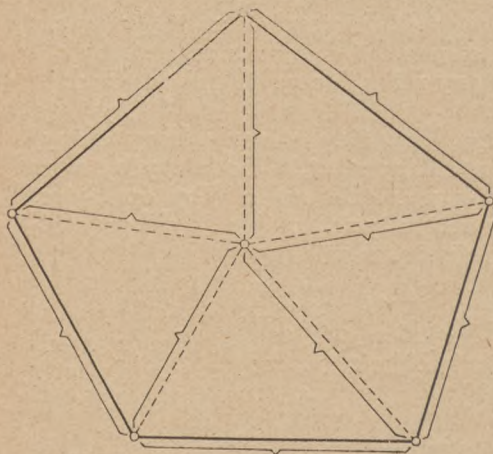
Kis felvételek esetén gyakran alkalmazott eljárás a **háromszögmérés** (nevezik *átlómérésnek* is)



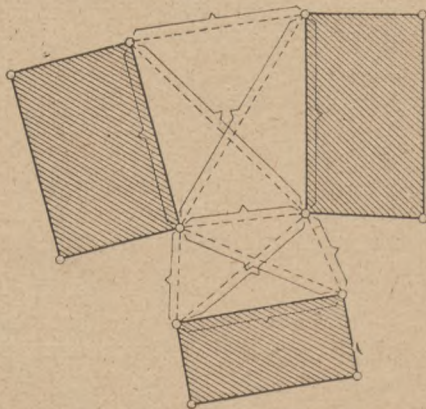
1. ábra. Háromszögmérés.

A meghatározandó idomot (1. ábra) átlókkal háromszögekre bontjuk s valamennyi háromszög valamennyi oldalát megmérjük. A háromszögmérés csak akkor használható, ha a hossz mérésre jó pálya áll rendelkezésre s előnye, hogy a hossz mérő eszközön (mérőszalagon, vagy mérőlécen) kívül más műszer nem kell hozzá. A meghatározás jóságát a háromszögek alakja nagyon erősen befolyásolja s ezért, ha az átlókkal kedvezőtlen háromszögeket — hegyes szögűeket — kapnánk, alkalmasan

választott, külön pontból végezzük el a háromszögekre bontást (2. ábra). A háromszögmérés hátránya, hogy bármely oldal megméréseben elkövetett hiba hibássá teszi (deformálja) mindama három-



2. ábra. Háromszögmérés belső pontból.



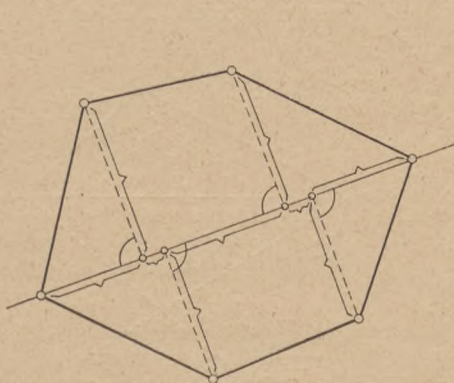
3. ábra Épületek alaprajzának felvétele háromszögméréssel.

szögeket, amelyek ezen oldalból kiindulva határozottak meg, azaz a *hosszhiba továbbterjedése nagyon kedvezőtlen*.

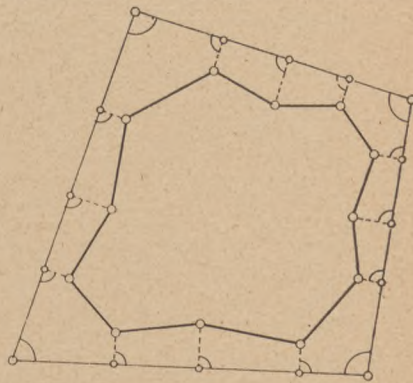
A háromszögmérés alkalmasan választott kívül fekvő pontokból is elvégezhető. Például, ha egy építmény külső kontúrját kell meg-

határozni, akkor választunk *három* (esetleg több) pontot, ezek helyzetét a háromszögoldalak hosszának megméréseivel meghatározzuk, s aztán a felveendő pontoknak ezektől való távolságait megmérjük úgy, hogy minden pontra legalább *két* méretünk legyen.

A háromszögmérés különösen az épületek felmérésekor használ-



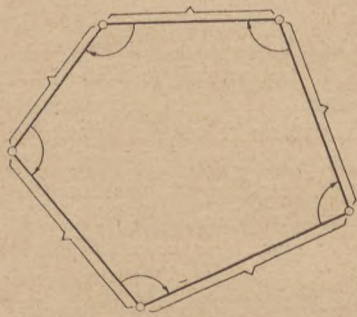
4. ábra. Telekfelvétel derékszögű koordináta-méréssel.



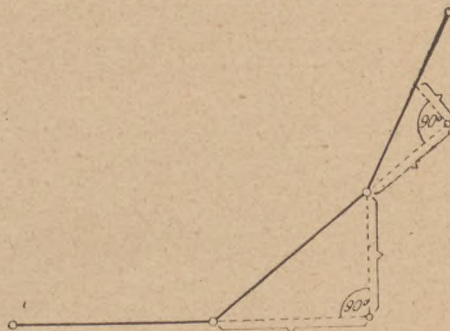
5. ábra. Erdőfelvétel sokszögeléssel és derékszögű koordináta-méréssel.

ható jó sikerrel (3. ábra). Végrehajtásakor törekedni kell ellenőrző méretekre.

A kis felvételek másik tipikus eljárása a **derékszögű koordináta-**



6. ábra. Telekfelvétel sokszögeléssel.



7. ábra. Sokszögelés koordináta-méréssel.

mérés. Végrehajtásakor legalább négy jelzőkaró, egy szögkitűző műszer és mérőszalag (vagy mérőléc) kell.

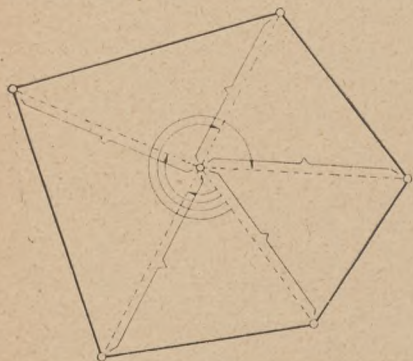
Koordinátatengelynek legcélszerűbben az idom leghosszabb átlója veendő (4. ábra).

Beépített területen, vagy kilátásbeli akadályok esetén *több alapon* választandó s azok egymáshoz való helyzete gondosan meghatározandó.

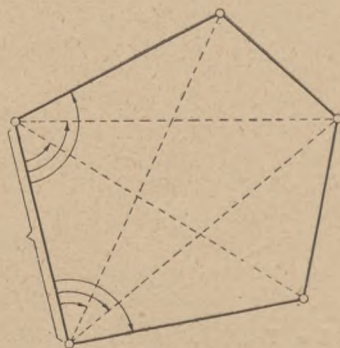
Tavak, erdők felvételekor is hasonló eljárás követendő (5. ábra).

- A burkoló sokszög úgy választandó,
 1. hogy azt jól és gyorsan lehessen meghatározni,
 2. hogy oldalai a felveendő részletekhez közel legyenek.

A felvételre szolgáló sokszög teodolit nélkül is meghatározható, ha megmérjük a poligonszakasz végpontjának (vagy egy közbülső pontjának) koordinátáit az előző oldalszakaszra nézve (7. ábra).



8. ábra. Telekfelvétel poláris koordinátaméréssel (esetleg tahiméterrel).

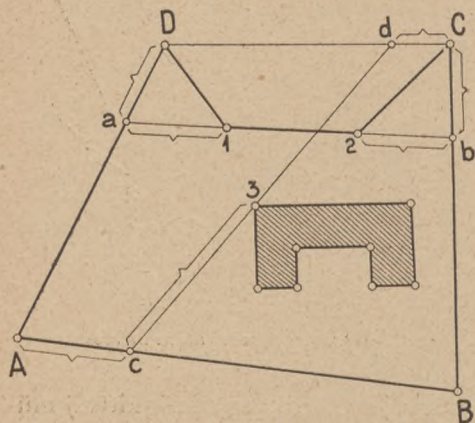


9. ábra. Telekfelvétel előmetszéssel.

A kisebb felvételekben a *poláris koordinátamérés* is jó alkalmazásra találhat (8. ábra). *Külsőségeken* sikerrel használható a *tahimétria*.

A *sokszögelést* is használhatjuk kis felvételekre (6. ábra), de

csak olyankor, ha a terepnehezségek miatt a koordinátamérés, vagy a háromszögmérés nem használható. Hegyoldalon fekvő szőlőbirtokok felvételét gyakran evvel az eljárással végezzük és pedig célszerűen *optikai úton végzett hossz-méréssel*, vagyis *tahiméteres sokszögvonallal* fejlesztésével.



10. ábra. Mérési vonalakkal való felvétel.

Hegyes vidéken — ha nincsenek kilátásbeli akadályok — az *előmetszés* is sikeresen használható (9. ábra). A szükséges két alappont úgy választandó, hogy a metsző szögek 30° -nál nagyobbak legyenek.

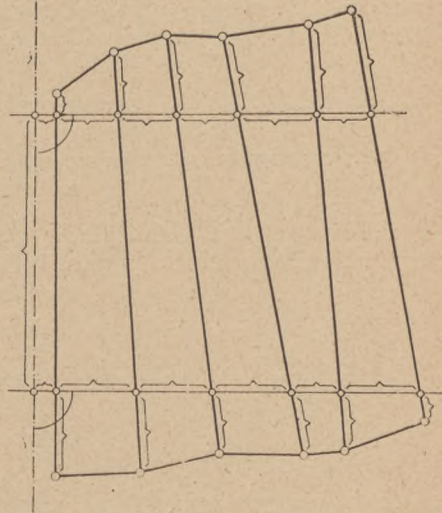
A hossz-mérésre kedvező talajon előnyösen alkalmazható a *mérési vonalakkal való felvétel*. Tegyük fel, hogy a $ABCD$ pontokat (10. ábra) már meghatároztuk háromszögméréssel, vagy egyéb módon. További részletpontot (például a 3-at) meghatározhatunk úgy, hogy egy rajta átmenő egyenest — a *mérési vonalat* — a keretül szolgáló $ABCD$

pontokra nézve megfelelő méretekkel (pl. \overline{Ac} és \overline{Cd}) meghatározunk s ezután a $c3$, vagy a $d3$ méretekkel megállapítjuk a pont helyét a mérési vonalon. A 8. ábrán az 1. és 2. részletpontokat az ab mérési vonallal határozhatjuk meg; a szükséges hosszmeretek: \overline{aD} , \overline{bC} , $a1$ és $b2$.

A mérési vonalakkal való felvételi mód egyenes kitűzéseket, egyenesek metszésének megállapítását és hosszmerést kíván.

A mérési vonalak természetesen abszcissatengelyekül is felhasználhatók a derékszögű koordináta-mérésekben.

Sík vidéken jó szolgálatot tesz az átszelő, vagy tranzverzális vonalakkal való mérés. A 11. ábrán feltüntetett földrészletek felvételére két egymással párhuzamos vonalat (tranzverzális) tűzünk ki szögtűzőkkel és jelző karókkal s az egyes telekpontok meghatározására megmérjük az összefoglaló jellel feltüntetett méreteket. A mérés gyors s csak egyszerű műszereket (jelző karókat, szögitűzőt és hosszmerőt) kíván.



11. ábra. Átszelő (tranzverzális) vonalakkal való mérés.

XIII. FEJEZET.

Területek (telkek, földrészletek) osztása.

81. §. A területosztás alapelve.

Gyakran előfordul, hogy valami adott területet (telket, földrészletet stb.) valami adott program szerint részekre kell osztani. A feladat ilyenkor az új határvonalak megállapításában és kitűzésében van.

Az osztási program három alakban jelentkezhet, nevezetesen előre adott, 1. hogy a kihasítandó területek mekkorák, 2. hogy a kihasítandó területek egymással milyen arányban vannak, 3. hogy a kihasítandó területek az eredeti területnek hányadrészei.

Bármilyen is a felosztás programja, mindig kiszámítható az egyes kihasítandó területek nagysága s azért az alábbiakban mindig az 1. alatti esetet fogjuk feltételezni, vagyis a kihasítandó területek nagyságát fogjuk adottnak venni.

A területosztási feladatok megoldásakor fontos szerepet játszik a terület határvonala, továbbá az osztóvonal. A terület határvonala a

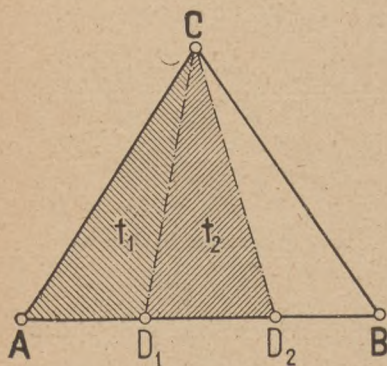
gyakorlatban mindig egyenes szakaszokból összetett vonal, azaz *sokszög* (poligon). Az *osztóvonal* vagy *egyenes vonal*, vagy ritkábban *sokszög* (poligon).

Ha a megadott területet egyenes vonalak határolják, továbbá, ha az osztóvonal egyenes (nem sokszög), akkor az összes előforduló osztási feladatok **három** alapeladatra vezethetők vissza.

82. §. A területosztás alapeladatai.

1. A háromszög felosztása az egyik csúcspontján áthaladó egyenesekkel.

Adott a ABC háromszög, területe T . A háromszögből olyan osztóvonalakkal, melyek keresztül haladnak a háromszög valamelyik csúcspontján (pl. C -n) kihasítandók t_1, t_2, \dots nagyságú területek (1. ábra). Az osztási feladat megoldottnak vehető, ha a AD_1, AD_2, \dots távolságok ismereteseek, mert ezek az egyes osztóvonalakat teljesen meghatározzák.



1. ábra. Háromszög osztása csúcspontján áthaladó egyenesekkel.

A AD_1, AD_2, \dots távolságok meghatározására a geometria amaz ismeretes tétele használható fel, mely szerint a közös magasságú háromszögek területei úgy aránylanak egymáshoz, mint a megfelelő háromszög-oldalak (az alapok). E tétel szerint

$$AD_1 : AB = t_1 : T$$

$$AD_2 : AB = (t_1 + t_2) : T$$

.....

azaz

$$\overline{AD_1} = \overline{AB} \frac{t_1}{T}$$

$$\overline{AD_2} = \overline{AB} \frac{t_1 + t_2}{T}$$

.....

2. A háromszög felosztása egyik oldalával párhuzamos egyenesekkel.

Adott a ABC háromszög, területe T . E háromszögből olyan osztóvonalakkal, melyek párhuzamosak az egyik oldallal, pl. AB -vel, kihasítandók t_1, t_2, \dots nagyságú területek (2. ábra).

A feladat megoldott, ha minden osztóvonalra nézve meghatározzuk a CD_1 és CE_1 méreteket.

E méretek meghatározását ama geometriai tétel szerint végezhetjük, amely szerint a hasonló háromszögek oldalai úgy viszonylanak

egymáshoz, mint a megfelelő területek négyzetgyökei. Azaz az első osztóvonalra nézve:

$$\overline{CD_1} : \overline{CA} = \sqrt{t_1} : \sqrt{T}$$

és

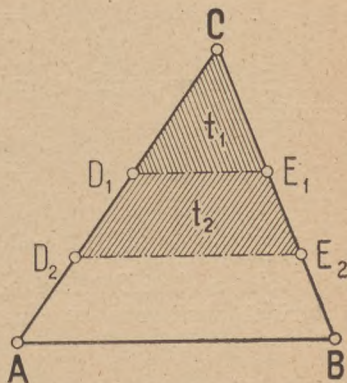
$$\overline{CE_1} : \overline{CB} = \sqrt{t_1} : \sqrt{T}$$

ahonnan

$$\overline{CD_1} = \overline{AC} \sqrt{\frac{t_1}{T}}$$

és

$$\overline{CE_1} = \overline{BC} \sqrt{\frac{t_1}{T}}$$

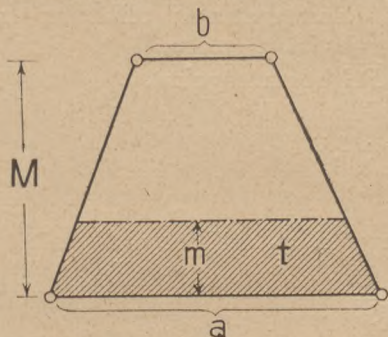


2. ábra. Háromszög osztása egyik oldalával párhuzamos egyenesekkel.

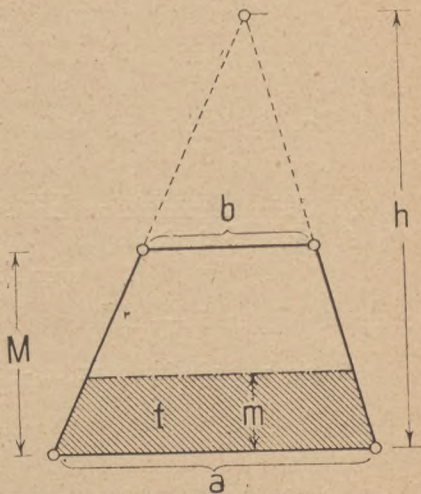
3. A trapéz osztása a párhuzamos oldalakkal párhuzamos egyenesekkel.

Adott a $ABCD$ trapéz (a párhuzamos oldalak hossza a és b , a trapéz magassága M , területe T); belőle olyan egyenessel, mely a a és b oldalakkal párhuzamos, kihasítandó t nagyságú terület (3. ábra).

A t -t kihasító osztóvonal teljesen meghatározott, ha ismeretes a m érték (3. ábra). A m -et meghatározhatjuk közvetlen (direkt) számítással, vagy fokozatos közeledéssel.



3. ábra. Trapéz osztása a párhuzamos oldalaival párhuzamos osztóvonalakkal.



4. ábra. Trapéz osztása.

A) Megoldás számítással.

A trapézt a nem párhuzamos oldalak meghosszabbításával háromszöggé egészítjük ki. Az így előálló háromszögnek h magassága a következő képletből számítható

$$h = \frac{a}{a-b} M$$

Területe pedig:

$$f = h \frac{a}{2} = \frac{a^2}{2(a-b)} M$$

E mennyiségek alapján a keresett m értéke az alábbi képletből számítható

$$m = h - \sqrt{\frac{2h}{a}(f-t)}$$

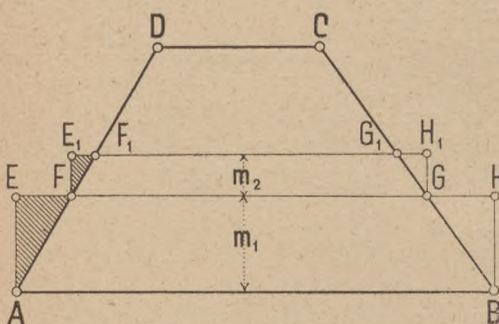
B) Megoldás fokozatos közeledéssel.

Ha a $ABCD$ trapézból a AD oldallal párhuzamos egyenest t terület hasítandó ki, akkor a helyes osztóvonal m távolságát *fokozatos közeledéssel* a következő lépésekben számíthatjuk:

1. Lépés. Számítjuk az

$$m_1 = \frac{t}{a}$$

magasságot. Ha a trapéz *egyenközény* (parallelogramm) volna, akkor az m_1 rögtön a keresett m érték lenne. Trapéz esetén az m_1 -nek megfelelő osztóvonal a trapézból a megadott t területnél kisebb területet metsz ki, tehát az m_1 javításra szorul.



5. ábra. Trapéz osztása fokozatos közeledéssel.

2. lépés. Lemérjük az \overline{EF} és az \overline{FG} hosszúságokat.

3. lépés. Számítjuk az

$$\text{area } AEF = \Delta t_1$$

területet (egyenlő $\frac{m_1}{2} \overline{EF}$)

4. lépés. Számítjuk az m_1 -et korrigáló m_2 értéket

$$m_2 = \frac{2 \Delta t_1}{\overline{FG}}$$

Ha az így számított m_2 érték nem elhanyagolhatóan kicsi, akkor

5. lépés. Lemérjük az $\overline{E_1F_1}$ és $\overline{F_1G_1}$ távolságokat.

6. lépés. Számítjuk az

$$\text{area } FE_1F_1 = \Delta t_2 = \frac{m_2}{2} \overline{E_1F_1}$$

területet.

7. lépés Számítjuk az m_3 értéket

$$m_3 = \frac{2 \times \Delta t_2}{\overline{F_1G_1}}$$

A számítás addig folytatandó, míg az utolsó m_i érték elhanyagolhatóan kicsi mennyiség. A keresett m érték

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_i$$

lesz.

Az m -nek fokozatos közeledéssel való megoldása célszerűen akkor alkalmazandó, ha a trapéz nem parallel oldalai közel párhuzamosak, mert ilyenkor az m_3 már elhanyagolhatóan kicsi, tehát a számítás gyors. Erősen divergáló oldalak esetén a közvetlen számítás alkalmazandó.

83. §. Példák az alapfeladatok alkalmazására.

1. Sokszög osztása egy tetszőleges pontból kiinduló egyenesekkel.

Adott valamely sokszög és ezen belül valamely P pont. A P -n átmenő egyenes vonalakkal t_1, t_2, \dots területek hasítandók ki (a PA vonalból kiindulva). A 6. ábrán az első két kihasítandó terület sraffozással van feltüntetve.

A megoldás avval kezdődik, hogy a P pontot összekötjük a sokszögvonal csúcsaival s az így előálló háromszögek területeit kiszámítjuk, vagy lemérjük. Legyen

$$\text{area } APB = F_1$$

$$\text{area } BPC = F_2$$

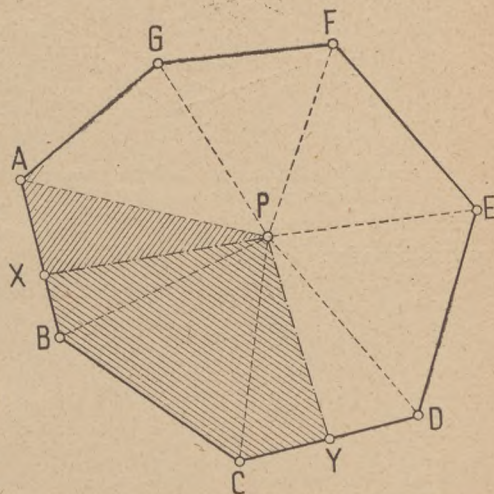
.....

E területek a lemérés alapján ismereteseznek vehetők.

Ezután megállapítandó, hogy az egyes osztóvonalak hová esnek. Ha például $t_1 < F_1$ -nél, akkor az első osztóvonal az APB háromszögbe esik. Ha $(t_1 + t_2) > (F_1 + F_2)$, de kisebb $(F_1 + F_2 + F_3)$ -nál, akkor a második osztóvonal a PCD háromszögbe esik stb. Az osztóvonalak helyének számítása az első alapfeladat szerint végzendő. Például az első osztóvonal meg van határozva az \overline{AX} távolsággal, a második a \overline{CY} távolsággal; ezek a következő képletekből számíthatók

$$\overline{AX} = AB \frac{t_1}{F_1}$$

$$\overline{CY} = CD \frac{t_1 + t_2 - (F_1 + F_2)}{F_3}$$

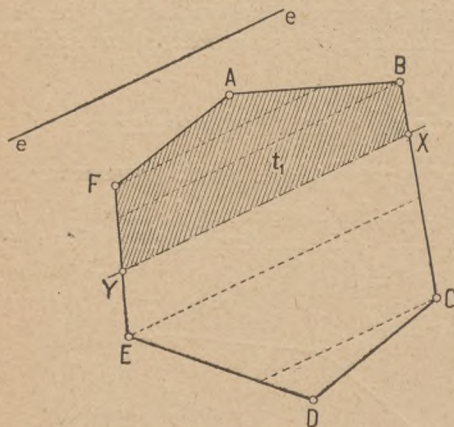


6. ábra. Sokszög osztása egy ponton áthaladó osztóvonalakkal.

A P pont természetesen összeeshet a sokszög vonal egyik csúcsával, vagy rajta lehet a sokszög egyik oldalán is.

2. Sokszög osztása adott iránnyal párhuzamos egyenesekkel.

Adott valamely sokszög és egy irány ($e - e$). Feladat az adott iránnyal párhuzamos egyenesekkel t_1, t_2, \dots területeket kihasítani a sokszögből (7. ábra).



7. ábra. Sokszög osztása adott iránnyal párhuzamos egyenesekkel.

A megoldás első lépése az, hogy a sokszög összes csúcspontján keresztül párhuzamosakat vonunk a megadott iránnyal s számítjuk, vagy lemérjük az általuk lemetszett F_1, F_2, \dots területeket.

Ezután a területnagyságok mérlegelésével megállapítjuk, hogy az egyes osztóvonalak melyik trapézba, illetve háromszögbe esnek.

Az osztóvonalak helyének megállapítása a 2., illetve a 3. alapeladattal történik aszerint, amint az osztóvonal háromszögbe,

vagy trapézba esik.

V. RÉSZ.

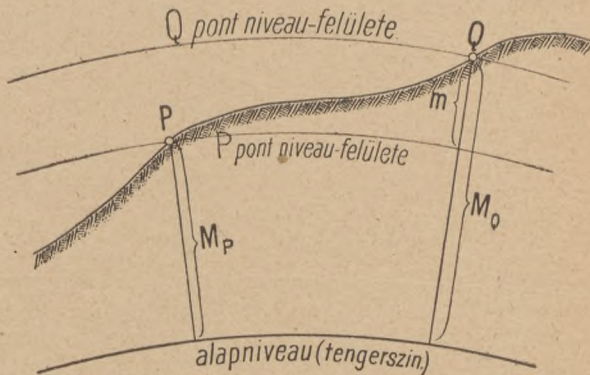
A magasságmérés.

I. FEJEZET.

A magasságmérés módszereinek osztályozása.

84. §. A magasság fogalma. A magasságmérés módszerei.

Magasság alatt a függőleges vonalon mért távolságot értünk. A magasságot mindig valami alapul választott niveau-felülettől (alap-niveautól) mérjük. Ha az alap-niveau megfelel a közép-tengerszínnek, úgy a felette való magasságot *abszolút*, vagy *tengerszín feletti magasságnak* nevezzük (1. ábra). *Relatív magasság*, vagy *magasságkülönbség* alatt két niveau-felület normális (a függőleges vonalon mért) távolságát értjük (1. ábra). A kisebb terjedelmű mérésekben a magasságkülönbség a fontos.



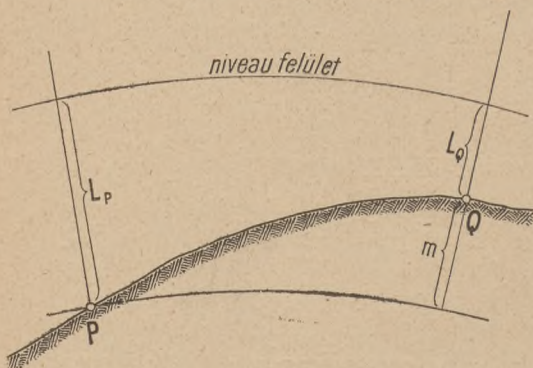
1. ábra. Magasság és magasságkülönbség.

A geodézia magasságmérő módszerei közvetlenül mind magasságkülönbséget adnak. A fontosabb módszerek: 1. a szintezés (nivellálás), 2. a trigonometriai magasságmérés, 3. a barométeres, vagy fizikai magasságmérés. Az elsővel a magasságkülönbség meghatározásában mintegy mm-rendű, a másodikkal mintegy cm-, illetve dm-rendű, a harmadikkal mintegy m-rendű pontosság érhető el.

A szintezés, vagy nivellálás.

85. §. A szintezés alapelve.

Ha a P és Q pontok m magasságkülönbségét keressük, akkor



1. ábra. Szintezés niveau-felülettel.

eljárhatunk úgy, hogy fizikailag kijelölünk egy *niveau-felületet* (1. ábra), s megmérjük a P és Q pontoknak ettől való távolságait, vagyis a L_P és a L_Q méreteket. Nyilvánvaló, hogy: $m = L_P - L_Q$. Természetesen a niveau-felület nem állítandó elő teljes kiterjedésében, hanem elegendő annak csak a P és Q pontok feletti részeit előállítani. Vagyis gyakorlatilag közlekedő csövek segítségével tűz-

hetjük ki a niveau-felületet s ekkor a közlekedő cső P és Q fölött

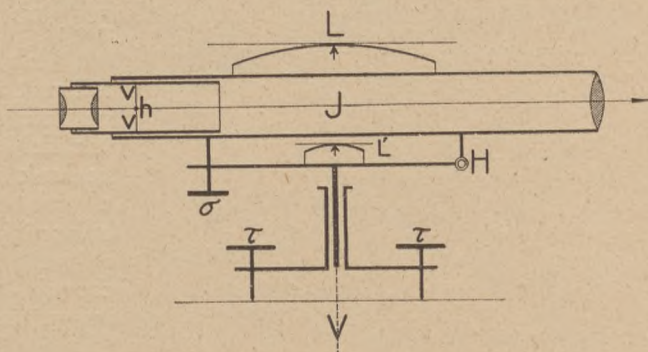


2. ábra. Szintezés közlekedő csővel.

függőlegesen elhelyezett szárain olvashatjuk a L_P és a L_Q méreteket

(2. ábra). Ámde a közlekedő csöves berendezéssel való szintezés nagyon nehézkes és körülményes úgy, hogy azt általános eljárásnak használni nem lehet.

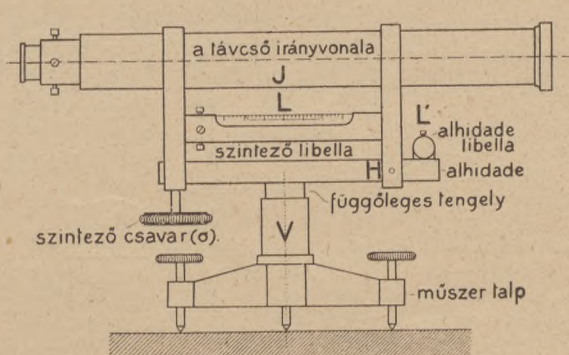
A szintezés gyakorlati alakjában nem niveau-felületet, hanem vízszintes síkot tűzünk ki. Erre a célra külön műszert (a szintező mű-



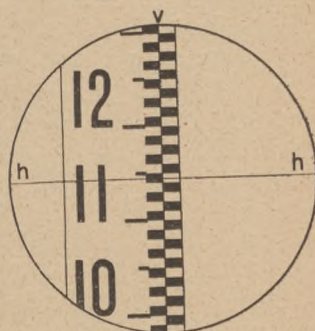
3. ábra. A szintező műszer vázlatos metszete.

szert) használjuk, melyet vázlatosan metszetben a 3. ábra, oldalnézetben a 3a. ábra tüntet fel.

A szintező műszer főrészei az egyszerű szátkereszttel ellátott geodéziai távcső s a rajta nyugvó, hosszirányú libella, az ú. n. szintező libella. A szintező libellát előzetesen úgy igazítjuk ki, hogy



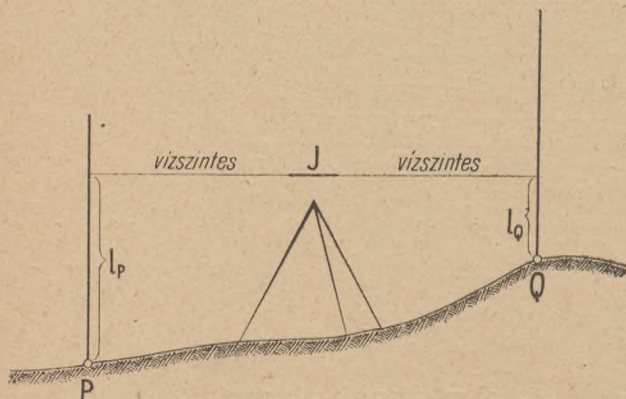
3a. ábra. A szintező műszer vázlatos oldalnézete.



4. ábra. A távcső látómezeje a szintező lécz képével.

tengelye (L) párhuzamos legyen a távcső irányvonalával (J-vel). A távcső a libellával együtt olyan álló tengely (V) körül forgatható, mely a teodolit talphoz hasonló, három talpcsavaros talp perselyébe van ágyazva. A jobbfajta műszereken a távcső és a libella együttesen forgatható egy H fekvő tengely körül is. A megfelelő forgató csavart szintező csavarnak nevezzük. Mivel a libella a távcsőhöz igazított ($L \parallel J$), azért valahányszor a szintező libella buborékja középen áll,

a távcső irányvonala vízszintes. A szintező műszerhez hozzátartozik még a rendszeren $3,0\text{ m}$ hosszú s végig cm -ekre osztott szintező lécz. Ha mi a távcsővel a függőlegesen tartott lécre irányítunk (4. ábra) s a szintező libella buborékját középre állítjuk, akkor a vízszintes szálon tett leolvasás a távcső irányvonalának megfelelő vízszintes iránytól mért távolságot ad.



5. ábra. Szintezés vízszintes síkkal (szintező műszerrel).

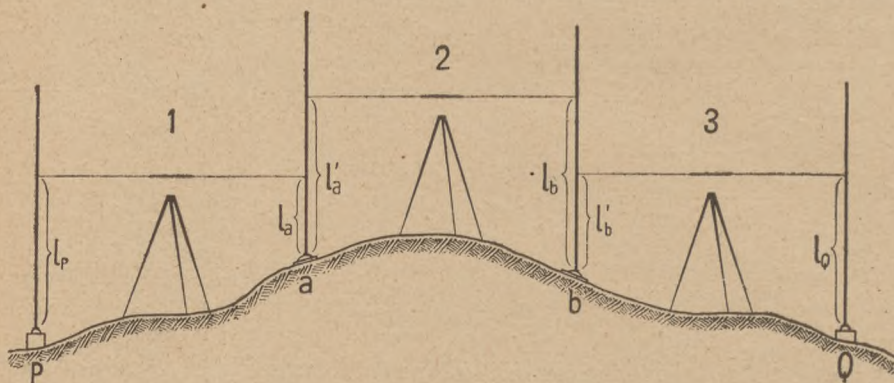
Ha tehát a műszert a P és a Q pontok között állítjuk fel s gondoskodunk arról, hogy a szintező libella buborékja középen álljon, akkor a távcsővel vízszintes irányt tűzhetünk ki (5. ábra) s leolvasásokkal megállapíthatjuk a l_p és a l_Q méreteket.

Igazolni lehet, hogy ha a műszer egyenlő távol áll a két ponttól, akkor

$$l_p - l_Q = L_p - L_Q = m$$

vagyis a két lécleolvasás különbsége a két pont magasságkülönbségét szolgáltatja.

Amde a vázolt [módon] csak korlátolt távolságban levő pontok



6. ábra. Szintezés több műszer-állással.

magasságkülönbségét lehet meghatározni. Ugyanis a távolságot egyrészt a használt lécz hosszúsága korlátozza, másrészt pedig az, hogy a lécleolvasás csak egy bizonyos távolságig végezhető el kellő pontossággal.

gal. A P és Q pontok távolsága emiatt a szabatosabb mérésekben legfeljebb 200 m, az alsóbb rendűekben legfeljebb 300 m lehet.

Ha a színtezendő pontok távolsága ennél nagyobb, akkor a magasságmérést több lépésben (szakaszosan) kell elvégezni. Vagyis úgy járunk el, hogy a kiinduló ponttól P -től a megengedett távolságban (azaz mintegy 100 m–200 m-re) választunk valamely a pontot úgy, hogy a a és P pontok magasságkülönbsége kisebb legyen a lécs hosszánál (6. ábra). Ezt a pontot **kötőpont**nak fogjuk nevezni. A mérés avval indul meg, hogy először a a pont magasságát a P felett mérjük meg a már vázolt módon a l_P és l_a leolvasások segítségével. Ezután választunk egy újabb b kötőpontot s most a színtező műszert a a és b pontok közé vite s azoktól egyenlő távolságra felállítva, középen álló buborékkal leolvassuk a l'_a és l_b méreteket. Ezt a mérést aztán addig ismételjük, amíg végül az utolsó műszer-állásba a Q végpont is bevonható.

Amint az ábra mutatja, a két végpont m magasságkülönbsége a megtett leolvasásokból a következőképpen számítható

$$m = (l_P - l_a) + (l'_a - l_b) + (l'_b - l_Q)$$

azaz, ha a P felé tett leolvasásokat *hátra* leolvasásnak, a Q felé végzeteket *előre* leolvasásnak nevezzük:

$$m = \Sigma(l_{\text{hátra}} - l_{\text{előre}})$$

Ámde a magasság még így is számítható

$$m = (l_P + l'_a + l'_b) - (l_a + l_b + l_Q) = \Sigma l_{\text{hátra}} - \Sigma l_{\text{előre}}.$$

Megjegyzem, hogy a 6. ábrán csak az egyszerűség kedvéért rajzoltuk az iránysíkokat egymással párhuzamosaknak, a valóságban azok egymáshoz hajolnak, mert a libellával minden műszer-állásban, az illető műszer állás vízszintes síkját (a niveau-felület érintősíkját) tűzzük ki.

Meg kell említenem, hogy egy műszer-állással esetleg **több pont magasságkülönbségét is meg lehet határozni**. Nevezetesen előfordulhat olyan eset, amikor sok, egymáshoz képest kis távolságban fekvő pontok magasságkülönbségei állapíthatók meg. Ilyen pl. a hossz-, illetve kereszt-szelvény felvétel esete, amikor a térszínnek valami kitűzött vonala mentén, annak *hossz-szelvénye* (profilja) állapítandó meg (7. ábra).



7. ábra. Hossz-szelvény felvétel színtezéssel.

Ilyenkor nem volna gazdaságos eljárás az, ha a műszerrel külön-külön határoznánk meg az egymásra következő (szomszédos) pontok magasságkülönbségét, mert ehhez — a pontok nagy száma miatt — nagyon sok műszer-állás volna szükséges. Ez esetben a megengedett távolságban választott kötőpontokkal részekre osztjuk a hossz-szelvényt s a két szomszédos

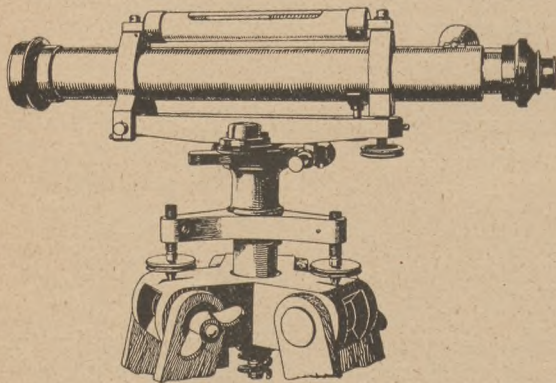
kötőpont közötti profilpontokat ugyanegy műszer-állásból vesszük, például úgy, ahogy azt a 7. ábra mutatja. Ez esetben a kötőpontok olyanféle szerepet játszanak, mint a vízszintes mérésben az alappontok, tehát ezek *gondosabban* határozandók meg, mint a részletpontok (a térszínen felveendő profil pontjai).

86. §. A szintező műszer szerkezete.

A szintező műszer két főrészből áll, 1. a műszertalpból és 2. az alhidádéból.

1. A műszertalp és talpcsavarok.

A műszertalp ugyanolyan szerkezetű, mint a teodolité. Rajta a szokásos szerkezetű három talpcsavar szolgáltatja azt a két főirányt, amelyekben a szintező műszer álló tengelye mozgatható.



2. Az alhidáde.

Az alhidáde a műszertalp perselyébe ágyazott álló tengely körül forgatható. A műszer helyes felállítása után a tengely függőleges lesz s ezért a műszer *függőleges* (vertikális) *tengelyének* nevezzük s V-vel fogjuk jelölni. Kúpalkúra készítik, hossza

8. ábra. Tulajdonképeni szintező műszer perspektív rajza.

40–50 mm. Az alhidáde forgatásának megrögzítésére, illetve a forgatás parányi módon való elvégzésére szokásos szerkezetű *kötő- és irányítócsavar* szolgál.

Az alhidáde forgásában résztvevő *távcső* vagy *szilárdan* van az alhidádéhoz erősítve, vagy arról *levehető*, tehát vagy *kötött*, vagy *szabad*. A szabad távcsőre két teljesen egyenlő átmérőjű *csapgyűrűt* szerelnek s a távcső, az alhidádén levő *csapágyakba* való behelyezése után ezek *alkotóin* fekszik. A szabad távcső tehát *hosszanti mértani tengelye körül mindig forgatható*.

Maga a távcső egyszerű geodéziai távcső, nagyítása a kisebb műszereken 15–20–25-szörös, az elsőrendű műszereken 35–45-szörös. Objektívje lehetőleg nagy átmérőjű legyen, mert ez a nagyobb fényerősség miatt — tetemesen növeli a leolvasás pontosságát. A távcsőben egyszerű száskereszt van (a szálak jele h és v), melyet a diafragma gyűrű függőleges igazító csavarjaival (κ_h , κ_v) lehet kis határok között elmozdítani. A távcső készítésekor nagy gondot kell

fordítani arra, hogy a szálcso járása szabatos s a távcso mértani tengelyével teljesen párhuzamos legyen.

A távcso irányvonalát J vel, mértani tengelyét M -mel fogjuk jelölni. A jobb szintező műszereken az alhidáde tengely függőlegessé tételére külön, a szintező libellánál kevésbé érzékeny, ú. n. *alhidáde-libellát* találunk. Érzékenysége $30''$ – $60''$ közt változik. Tengelyét L' -vel, függőleges igazító csavarját λ_v' -vel fogjuk jelölni.

3. A szintező libella.

A szintező libella lehet *kötött*, vagy *szabad* s eszerint a következő változatok lehetségesek: 1. a szintező libella teljesen szabad, 2. a szintező libella a távcsohoz kötött, 3. a szintező libella az alhidádéhoz kötött.

A szintező libella igazító csavarjai közül a függőleges értelemben hatókat λ_v -vel, a vízszintes értelemben működőket λ_h -val fogjuk jelölni.

A szintező libella érzékenysége a kisebb műszereken $10''$ – $30''$, az elsőrendű műszereken $3''$ – $6''$.

4. A szintező csavar.

A jobb szintező műszereket *szintező csavarral* (σ) szerelik fel. A *szintező csavarral együttesen lehet forgatni a távcsovet és a szintező libellát valamely H fekvő tengely körül*. A H tengelyt *központosnak* (centrikusnak) mondjuk, ha a függőleges síkja átmegy a V tengelyen, *külponosnak* (excentrikusnak), ha az párhuzamos a V vel. A *szintező csavart a libella buborékjának a leolvasás előtt való középre állítására használjuk*. Vele a szintezés kényelmesebb és bizonyos tekintetben pontosabb is, mint nélküle, ezért csak az egyszerűbb műszereken hiányzik.

A szintező csavart gyakran *beosztott* dobbal látják el, vagyis mint mikrométercsavart szerkesztik. Az ilyent fel lehet használni kis magassági szögek mérésére és hajlások (esések) kitzzésére. A szintezés szempontjából a beosztásnak különös jelentősége nincs.

87. §. A szintező műszerek osztályozása.

A szintező műszereket osztályozhatjuk *először* abból a szempontból, hogy a műszer három alkotó része: a távcso, a szintező libella és az alhidáde milyen kapcsolatban vannak egymással, *másodszor*, hogy a műszer fel van-e szerelve szintező csavarral és alhidáde-libellával. A távcso és libella *kötött*, vagy *szabad* volta szerint *öt mintát* különböztethetünk meg. *I. minta*. A távcso is, a szintező libella is kötött. *II. minta*. A távcso kötött, a szintező libella szabad. *III. minta*. A távcso is, a szintező libella is szabad. *IV. minta*. A távcso szabad, a szintező libella az alhidádéhoz kötött. *V. minta*. A távcso és a szintező libella egymáshoz mereven kötött, de együttesen levehető az alhidádéről.

Szintező csavar és alhidáde-libella szerint pedig *négy* csoportba osztályozhatjuk a szintező műszereket:

- a) Van szintező csavar (σ), van alhidáde-libella (L').
- b) Van szintező csavar (σ), nincs alhidáde-libella.
- c) Nincs szintező csavar, van alhidáde-libella (L').
- d) Nincs szintező csavar, nincs alhidáde-libella.

Vagyis a tulajdonképeni szintező műszerek összesen *húsz*féle összeállításban készülhetnek.

A kétféle osztályozás közül az *első* főleg a műszer vizsgálata és igazítása szempontjából, a második pedig főleg a műszer felállítása szempontjából fontos.

88. §. A szintező műszer felállítása.

1. A felállítás elve és követelményei.

A szintező műszert helyesen felállítottnak akkor mondjuk, ha az alhidáde forgási tengelye (V) függőleges.

A függőlegessé tételt a különböző típusú műszereken különböző pontossággal kell elvégezni.

Leggondosabban végzendő az olyan műszereken, amelyeken *nincs szintező csavar*, vagyis amelyeken a szintező libella középre állítását a talpcsavarokkal hajtjuk végre. Tekintve azt, hogy a talpcsavarokkal dolgozva, az irányíró magassága megváltozik, ilyenkor gondoskodni kell arról, hogy a talpcsavarokon csak *keveset* kelljen csavarni a buborék középre állításakor. Ezt pedig a V gondos függőlegessé tételével érjük el. Ha a műszeren van szintező csavar, akkor a V -t elegendő csak *közeliően* függőlegessé tenni.

A műszer felállítását lehetőleg gyorsan kell elvégezni s ezért a felállításra használatos libellát mindig ki kell igazítani az álló tengelyre.

2. A szintező csavar normális állása és annak meghatározása.

A szintező libellát a függőleges tengelyre nézve állandó módon csak akkor lehet kiigazítani, ha a műszeren nincs szintező csavar.

Ha van szintező csavar, akkor a függőlegessé tétel elvégzésére meg kell állapítani a szintező csavar amaz állását (σ_n), mely mellett a szintező libella tengelye (L) és az álló tengely (V) egymásra merőlegesek ($L \perp V$). A szintező csavar ezen állását a szintező csavar normális állásának szokás nevezni. Ha a σ_n ismeretes, úgy a szintező libellát bármikor a kiigazított állapotának megfelelő helyzetbe hozhatjuk.

Hogyan határozhatjuk meg a szintező csavar normális állását σ_n -et?

Tegyük fel, hogy a szintező csavar *beosztással* ellátott, ú. n. mikrométer csavar. A meghatározás műveletei a következők:

1. A szintező csavart ráállítjuk valami σ_1 kezdeti állásra (valami régebbi meghatározásból ismeretes értékre, vagy ilyennek híjában a csavarbeosztás közepére).

2. A szintező libella buborékját *két főirányban*, a talpcsavarokkal középbe hozzuk, miáltal a V tengelyt közel függőlegessé tettük.

3. Az *első* főirányban visszaforgatott szintező libellát *gondosan* középbe állítjuk a megfelelő talpcsavarokkal.

4. A szintező libellát *átforgatjuk* 180° -ra az álló tengely körül s újra középbe állítjuk, de ezúttal a *szintező csavarral*.

5. Leolvassuk a *szintező csavar* állását, σ_2 -t. Igazolható, hogy a normális állásnak megfelelő leolvasás a σ_n érték számtani közepe a σ_1 és σ_2 értékeknek, azaz

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

Ha a szintező csavaron nincs beosztás, akkor bekarcolásokkal jelöljük meg a σ_1 és σ_2 -nek megfelelő csavar-állásokat s a σ_n a két karc között, azoktól egyenlő távolságra lesz.

3. A felállítás végrehajtása a különböző műszer-típusokkal.

A tengely függőlegessé tételét az egyes műszer-típusokon a következőképpen kell elvégezni:

a) *Van σ , van L' .* A kiigazított *alhidáde libella* buborékját egymásután a *két főirányban* középbe hozzuk.

b) *Van σ , nincs L' .* A szintező csavart a megállapított *normális állásra* (σ_n) hozva, a *szintező libella* buborékját egymásután a *két főirányban* középbe hozzuk.

c) *Nincs σ , van L' .* A kiigazított *szintező libella* buborékját egymásután a *két főirányban* középbe hozzuk.

d) *Nincs σ , nincs L' .* Mint a c) alatti esetben.

A *legjobb összeállítás az, ha a szintező műszeren van szintező csavar s van alhidáde-libella.*

89. §. A szintező műszerek vizsgálata.

1. A szintező műszereken a legfontosabb követelmény az, hogy a *távcső irányvonala* és a *szintező libella tengelye* egymással paralelek legyenek, azaz, hogy $J \parallel L$.

Minden szintező műszeren a legnagyobb gonddal kell ezt a feltételt kielégíteni.

2. Megkívánjuk továbbá, hogy a *vízszintes szál* (h) merőleges legyen az alhidáde forgástengelyére (V)-re, azaz, hogy $h \perp V$.

E követelmény kielégítése azért szükséges, mert általa, helyesen felállított műszer és lécz esetén, a h szál párhuzamos lesz a lécz osztásvonásaival, ami szükséges feltétele a leolvasás pontos elvégzésének.

3. A szintező műszert úgy kell felállítani, hogy az alhidáde tengelye (V) függőleges legyen.

A *felállítás meggyorsítása céljából a függőlegessé tételre használt libellát ki kell igazítani az álló tengelyre.*

Vagyis megkívánjuk, hogy $L' \perp V$, illetve, ha nincs a műszeren alhidáde-libella, hogy $L \perp V$.

Összefoglalva, a szintező műszert igazítottnak akkor mondjuk, ha ki vannak elégítve az alábbi követelmények:

1. $J \parallel L$.
2. $h \perp V$.
3. $L' \perp V$, illetve $L \perp V$.

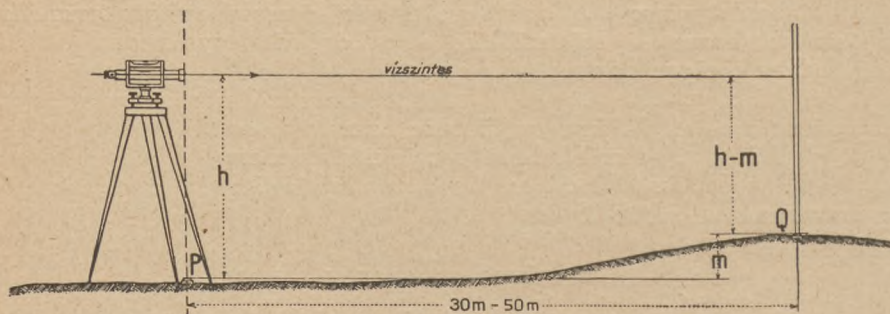
1. A szintező libella vizsgálata ($L \parallel J$).

A szintező libellától megkívánjuk, hogy tengelye párhuzamos legyen a távcső irányvonalával ($L \parallel J$). Az erre vonatkozó vizsgálat és igazítás különbözőképpen végzendő el aszerint, amint a libella és a távcső kötöttek, vagy szabadok. Az erre vonatkozó főbb eseteket külön-külön tárgyaljuk.

a) A szintező libella is, a távcső is kötött (I. mintájú szintező műszer).

Ez esetben a szintező libella a távcsővel, a távcső pedig az alhidádéval mereven van kapcsolva. Ilyenkor az „ $L \parallel J$ ” vizsgálata és igazítása a következőképpen végzendő.

Közel vízszintes terepen felvesszünk két pontot, egymástól mintegy 30–50 m-re s megjelöljük őket bevert cövekbe helyezett gömbölyű fejű szöggel (esetleg szögeccsel) (9. ábra). Ezután az első teendő



9. ábra. A szintező libella vizsgálata kötött távcsövű műszereken.

a két pont m magasságkülönbségének szabatos megmérése, amit magával a megvizsgálandó szintező műszerrel végzünk el. Nevezetesen, ha a műszerrel gondosan egyenlő távolságban állunk fel a két ponttól, továbbá, ha a pontokra küldött léceken gondosan középre állított buborékkal teszünk leolvasásokat, akkor ezek különbsége a két pont helyes m magasságkülönbségét fogja adni még akkor is, ha az J és az L egymással nem volnának párhuzamosak. Ha az m már ismeretes, akkor a műszert elvisszük a P vagy a Q pontra és ottan úgy állítjuk fel, hogy objektívje a pont felett, annak függőlegesében legyen (9. ábra). Most középen álló buborék mellett lemérjük az objektív optikai középpontjának magasságát „ h ”-t. Evvel a mérettel, továbbá a két pont ismeretes m magasságával kiszámítható a vízszintes irányzásnak megfelelő leolvasás, nevezetesen az $h - m$ lesz. Ha tehát a távcsővel

ráirányítunk a Q -n álló lécre úgy, hogy a vízszintes szál ($h-m$)-re mutasson, akkor a távcső irányvonala vízszintes lesz s így ha ugyanakkor a buborék is középen van, akkor az $L \parallel J$ feltétel ki van elégítve. Ha a buborék nem volna középen, akkor az igazítás abból áll, hogy a szintező libella függőleges igazító csavarjaival (λ_v) a buborékot középre állítjuk.

b) A szintező libella levehető, a távcső kötött (II. mintájú szintező műszer).

Ez esetben előbb a szintező libellát ki kell igazítani arra a talpvonalra nézve, amelyen a libella nyugszik ($L \parallel T$) s utána az előbbi vizsgálat és igazítás végzendő el avval a különbséggel, hogy a ($h-m$) meghatározás után a Q -n levő lécre irányozva, előbb a szintező libella buborékja a szintező csavarral középre állítandó s utána a szálkereszt függőleges csavarjaival (λ_v -vel) a vízszintes szál a ($h-m$) leolvasásra állítandó.

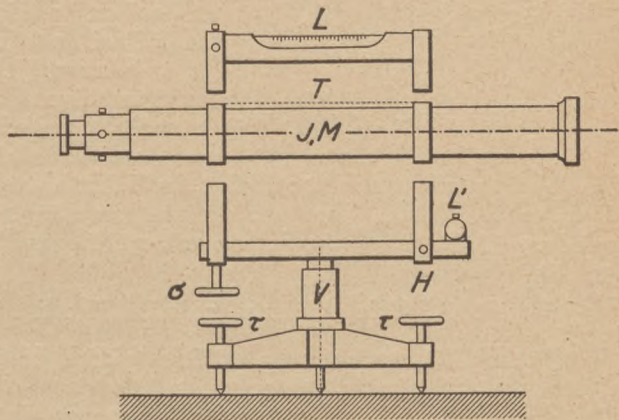
c) A szintező libella is, a távcső is levehető (szabad) (III., IV. és V. mintájú szintező műszer).

Az ilyen műszereken az ($L \parallel J$) igazítást két lépésben végezzük el:

1. az irányvonalat párhuzamossá tesszük a mértani tengellyel ($J \parallel M$);

2. a szintező libella tengelyét párhuzamossá tesszük a talpvonalával, vagyis a csapgyűrűk alkotóival ($L \parallel T$).

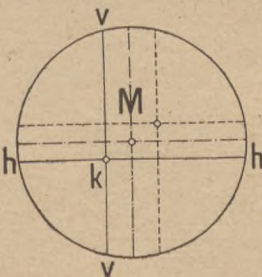
Mivel a műszerész a csapgyűrűket úgy készíti, hogy M párhuzamos legyen T -vel, azért e kettős igazítással elértük az irányvonal és libella-tengely párhuzamosságát.



10. ábra. Szabad távcsővű szintező műszer.

A szintező libellának a talpvonalára való kiigazítását az ismert módon kell elvégezni.

Az irányvonalnak a mértani tengellyel való párhuzamossá tételét a szálkereszt központosításának nevezzük. Vizsgálatakor ráirányítunk valamely jól látható pontra úgy, hogy annak képe a szálkereszt metszéspontjában legyen. Ezután a távcsövet csapágýában átforgatjuk 180° -ra a mértani tengelye körül s a távcsőbe nézve figyeljük, hogy a pont képe lemozdult-e a szálkereszt metszéspontjáról, vagy nem. Ha lemozdult, akkor az J és az M egymással nem párhuzamosak s

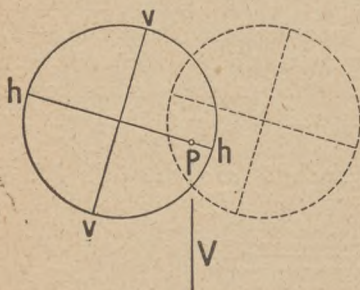


11. ábra. A szálkereszt központosítása.

ez esetben a szátkereszt κ_h és κ_v csavarjaival a függőleges és a vízszintes szálat az eltérés felébe kell állítani (11. ábra).

2. A vízszintes szál vizsgálata és igazítása ($h \perp V$).

A vízszintes száltól h -tól megkívánjuk, hogy merőleges legyen az alhidáde V forgástengelyére. Az erre vonatkozó vizsgálatot kötött távcső esetén a legegyszerűbben úgy végezhetjük el, hogy a távcsővel ráirányítunk valami jól látható ponton úgy, hogy képe a vízszintes szálon legyen (12. ábra). Most



12. ábra. A vízszintes szál vizsgálata.

a távcsövet forgatjuk a függőleges tengely körül s megfigyeljük, vajjon a pont képe rajta marad-e a vízszintes szálon, vagy lemozdul róla. Ha rajta marad, úgy a vízszintes szál már is igazított, ha lemozdul róla, akkor a diafragma gyűrűt (esetleg az egész szálcsővet) addig kell forgatni, míg az előbbi eset be nem következik.

Szabad (levezhető) távcső esetén az egész távcső a csapgyűrűben forgatható. Ilyenkor a távcsőhöz ütköző csap van erősítve, mely a csapgyűrű oldalából kiálló csavarhoz ütköztethető. Ez a csavar a fenti vizsgálattal úgy szabályozandó, hogy akkor, amikor a távcső ütköző csapja vele érintkezik, akkor a vízszintes szál merőleges legyen a V tengelyre.

3. A felállításra szolgáló libella igazítása.

A felállításra rendszeren külön alhidáde libella szolgál, ennek igazítása a V függőleges tengelyre a szokásos módon végzendő. Ha alhidáde libella nincs a műszeren, akkor a szintező libella igazítandó ki a függőleges tengelyre. Ez a kiigazítás lehet állandó jellegű, t. i. ha a műszeren nincs szintező csavar s ez esetben az igazítás úgy végzendő, mint előbb. Ha azonban a műszeren van szintező csavar, akkor az igazítás csak ideiglenes s a szintező csavar normális állásának meghatározásából s arra való ráállításból áll.

90. §. A szintezés főszabályai.

A már vázolt módon végzett szintezés a két pont helyes magasságkülönbségét adja, ha a következő két szabályt gondosan betartjuk.

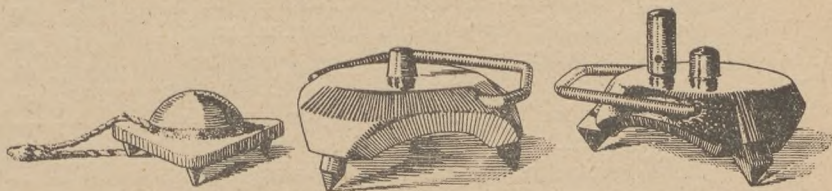
1. A szintező műszer két szomszédos kötő ponttól mindig egyenlő távolságban állítandó fel, illetve a kötő pontok választandók úgy, hogy ez a szabály ki legyen elégítve. Jól igazított műszer esetében a távolságok egyenlőségét elegendő lelépéssel biztosítani.

2. A lécs leolvasása előtt a szintező libella buborékja gondosan

középre állítandó s a leolvasás végérvényesnek csak akkor fogadható el, ha a buborék a leolvasás után is középen áll.

A két szabály gondos betartása nemcsak a niveau-felület nem sík voltának hatását küszöböli ki, de egyúttal azt a hibát is, mely az irányvonal és a libellatengely nem párhuzamosságából származik.

A szintezés végrehajtásakor fontos feltevés az, hogy két irányzás közben a műszer magassága változatlan, illetve hogy két egymásra következő mérés közt a lécz magassága nem változik. Ezért a műszer és a lécz is stabil módon állítandó fel. A kötő pontokon a léceket sohasem szabad a talajra állítani, hanem egy levert cövekbe hajtott szögecs tetejére, vagy külön szintező sarura (13. ábra) kell azt állítani. Mivel apró



13. ábra. A szintező saru különböző alakjai. Nálunk a baloldalt használják.

műszer- és lécz-súlyedések gondos felállítás és munka esetén is bekövetkezhetnek, ezek hatásának kiküszöböléséről is gondoskodni kell. Ez elvégezhető az egész mérés ellenkező értelmű megismétlésével. Ha tehát valamely vonalat kétszer szintezünk, a két szintezés ellenkező értelemben, azaz oda és vissza végzendő.

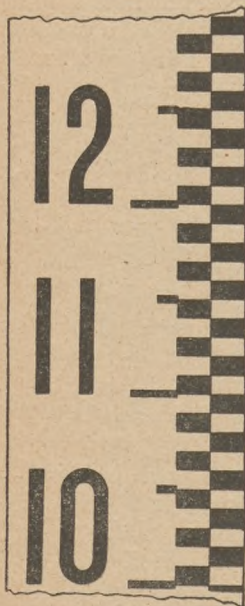
Mérés alatt a léceket függőlegesen kell tartani és pedig mintegy 30'–60' pontossággal. Ezt a léchez erősített és hozzáigazított szelencés libella segítségével érhetjük el.

A szintező libella egyoldalú hőmérsékleti hatásoktól gondosan óvandó. Ugyanis a szintezésben a szintező libella biztosítja az irányvonal irányának változatlanságát (vízszintességét) az előre és a hátra irányzásban. A libella kényes műszer, a hőmérsékleti változások hatására, ha azok nem egyenletesen következnek be, nyugvó cső mellett is buborékeltmozdulások következhetnek be, azaz a buborék hamis helyre juthat. Ezért mérés alatt egyrészt a napsugarak közvetlen hatásától kell óvni a libellát (ernyő alatt kell szintezni), másrészt szállításkor és méréskor az üvegsövet kézzel fogni, vagy reálehelni nem szabad.

91. §. A szintező lécz.

A szintező lécz rendszeren 3 m, kivételesen 4 m^m hosszú s az egyik oldalán cm-beosztással ellátott. A beosztás lehet egyszerű sávós (14. ábra), vagy kettős sávós (15. ábra). Az utóbbi azért előnyösebb, mert a leolvasandó vízszintes szál mindig fehér mezőbe is mutat, tehát a becslés kevésbé szemeröltető módon és pontosan végezhető el. A beosztást fekete-fehér szín-összeállítással készítik, a piros-fehér kevésbé

jó s így ritkán használatos. A beosztás egyes decimétereit hosszabb vonások és számozás jelöli meg. A számok lehetnek *fekvők*, de rendszeren *álló*k szoktak lenni. Az álló számokat úgy kell elhelyezni, hogy azok teljesen a követő *dm*-közbe essenek (tehát pl. a 11-et a 11



15. ábra. Szintező lécz kettős sávós osztással.

összehajthatóan készítik. A szabatos mérésekre szolgáló lécz azonban mindig egy darabból készül.

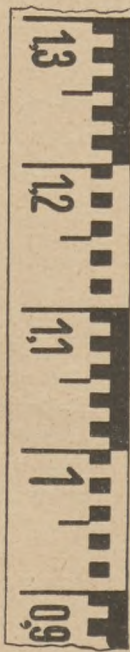
A lécz osztását használatbavétel előtt gondosan meg kell vizsgálni és pedig meg kell vizsgálni: 1. hogy a rajta egy méternek kijelölt távolság csakugyan azonos-e a nemzetközi méter hosszával, 2. hogy a beosztás egyenletes-e, azaz, hogy az egyes *cm*-ek egymással egyenlők-e. A léczméter hossza különben nem állandó, mert a fa a hő és a nedvesség hatására dilatálhat, de ez a változás az alsóbbrendű mérésekben figyelmen kívül hagyható.

dm t jelző vonás fölé kell helyezni) s a leolvasáskor az a szabály, hogy az a *dm*-szám irandó föl, mely abban a *dm*-mezőben van, melyre a vízszintes szál mutat. A lécz száraz puhafából (rendszen fenyőfából) készül; keresztmetszete az egyszerűbb léceken hosszúknál derékszögű négyszög, a jobb léceken I—, esetleg I—| alakú.

A lécen alul, a lécz tengelyére merőleges síkban végződő acél sarut találunk. A léczosztás 0 pontja rendszeren a saru alsó lemezének síkjával esik össze.

A léczet felszerelik *szelencés libellával*, mely aztán a lécz függőlegessé tételére szolgál. A lécz oldalán alulról mintegy 1,40 m magasságban két fogantyút találunk; az ehhez szorított botokkal a lécz mozdatlanul tartható.

Az egyszerűbb léceket azért, hogy a szállításkor kisebb helyet foglaljon el, *összetolhatóan*, illetve



14. ábra. Szintező lécz egyszerű sávós osztással.

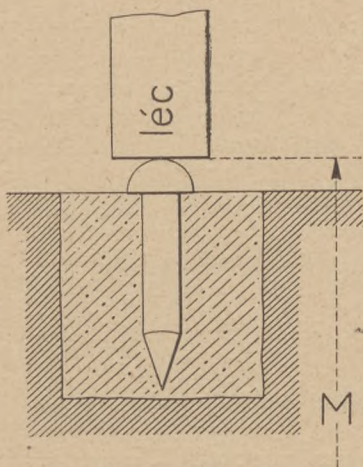
92. §. A szintezés alappontjainak megjelölése.

Nagyobb terület szintezése esetén először nagyobb távolságban *alappontokat* kell létesíteni s a részletmérés ezekhez csatlakozik.

Az alappontok legcélszerűbb megjelölése *vízszintes felületen* a *szögecs* (16. ábra), *függőleges felületen* pedig a *fali csap*, illetve a *fali tárcsa*.

A *fali csap* alakját és méreteit a 17. ábra mutatja. A megadott

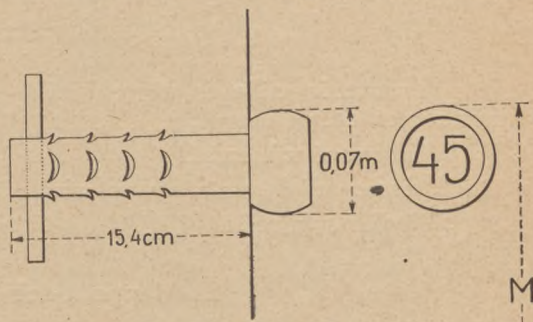
magasság a felső domború felület vízszintes érintő síkjára vonatkozik,



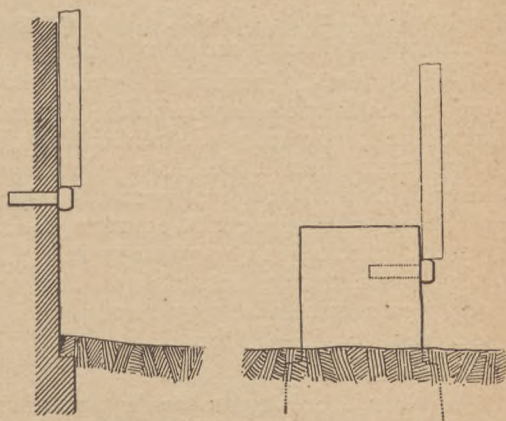
16. ábra. Pontjelzés szögeccsel.

homloklapján a pont számát szokás feltüntetni. Rendszeresen az épületek lábazatköveibe cementezik (18. ábra), helyének megválasztásakor ügyelni kell arra, hogy a szintező lécz függőlegesen ráhelyezhető legyen. Külsőségekben megfelelő méretű külön köbe kell elhelyezni (18. ábra).

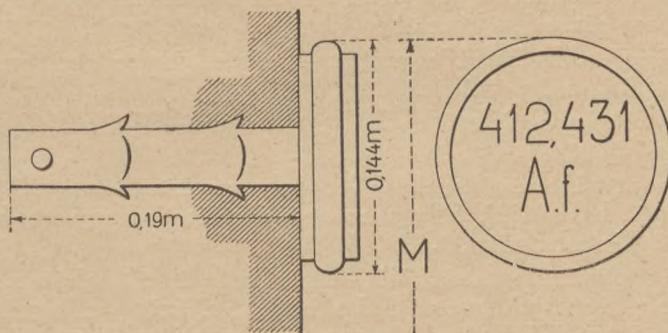
A fali tárcsa (19. ábra) ugyanolyan, mint a fali csap, csupán méretei olyan nagyok,



17. ábra. Pontjelzés fali csappal.



18. ábra. A fali csap elhelyezése.



19. ábra. A fali tárcsa.

hogy homlok-lapjára a pont magassága is feljegyezhető.

93. §. A szintezés végrehajtása.

1. A szintezés végrehajtása.

A szintezés célja és végrehajtása szerint *háromféle* szintezést különböztethetünk meg t. i.

1. *alappont-szintezést,*
2. *hossz- és keresztmetszvény-szintezést,*
3. *terület-szintezést.*

2. Alappont-szintezés.

Feladata két, vagy több gondosan megjelölt pont magasságkülönbségének meghatározása.

A két pont (P és Q) magasságkülönbségének megmérése a már részletezett módon megy végbe.

A mérést lehetőleg a *legrövidebb* úton kell végezni. A szabatos mérést csak azon napszakokban szabad végezni, amikor légrezgések nincsenek (kora reggeli, késő délutáni órákban). A léctávolságot célszerű maximális értéke 75 m , de ha a távcső nagyítása 30 -szorosnál kisebb, úgy 50 m -nél nagyobb léctávolság nem veendő. A mérés legalább kétszer végzendő, egyszer oda, egyszer vissza. Ha a P és Q pontok távolsága igen nagy, úgy az egész hosszúságot szakaszokra osztjuk. A szakaszok hosszúsága úgy választandó, hogy egy szakasz oda-vissza szintezése egy napon belül elvégezhető legyen (elsődrendű mérésekben $1,5\text{--}2,0\text{ km}$, másodrendű mérésekben $4\text{--}5\text{ km}$ a szakasz-hosszúság).

A szintezés *egyenletes*, gyors tempóban végzendő. Nagy átlagban 1 km hosszú szintezés 1 óra alatt végezhető.

Minden egyes műszer-állásban a műszerállvány úgy állítandó fel, hogy két állványláb a haladási iránytól jobbra, a harmadik balra essen. Ezáltal tudniillik a szintezés mérési munkája úgy végezhető, hogy a lábak közvetlen közelében nem kell járkálnunk.

A mérés eredményeit jegyzőkönyvbe vezetjük be s ott számítjuk a magasságkülönbség értékét.

A jegyzőkönyv célszerű alakját egy számpéldával a *169.* oldalon közöljük.

Alappont-szintezés esetén a lécleolvasások rovatai közül csak az első kettőt használjuk fel; s ezekbe elkülönítve írjuk a *hátra* és az *előre* tett lécleolvasásokat.

A két pont magasságkülönbségét két úton, tehát számítási ellenőrzéssel kaphatjuk meg. Számíthatjuk először az egyes kötőpontok magasságkülönbségeiből (azokat algebrailag összegezve), másodszor a *hátra* és *előre* tett összes leolvasások összegéből (azok különbségét véve). A kétféle úton nyert értékek egymással *teljesen* egyezniök kell.

Szintező műszer: Fennel-féle
(I. m., σ -val, L'-vel).

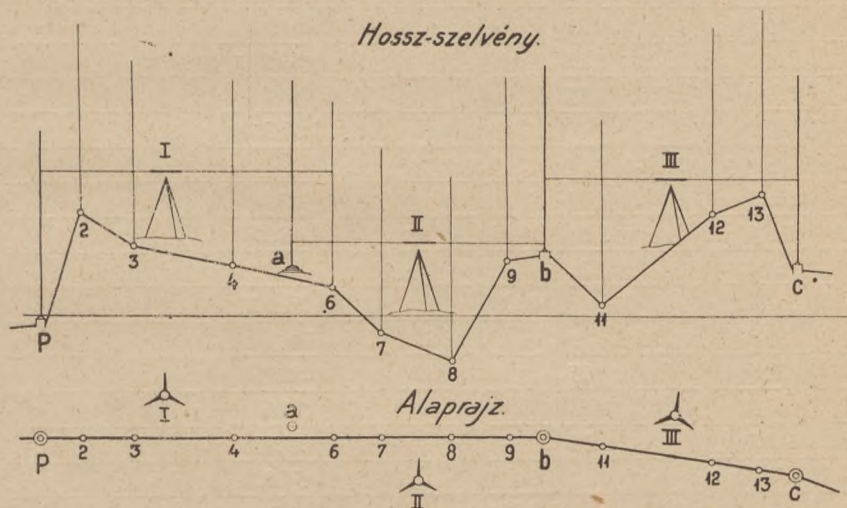
Észlelő: Szóts Albert.

Hely és dátum: Nógrádverőce, 1918 június 5.

Szintezett pont	Távolság	Leolvasások			Magasság-különbség, vagy horizont		Magasság	Jegyzetek
		hátra	előre		+	-		
P	60 ×	0,516				1,302	103,573	
a	60 ×		1,818					
a	60 ×	0,822			0,360			
b	60 ×		0,462					
b	58 ×	1,804			1,285			
Q	58 ×		0,519					
		3,142	2,799		1,645	1,302	103,916	
		(+ 0,343)			(+ 0,343)			

3. Hosszszelvény-szintezés.

A feladat valamely kitűzött vonalon fekvő s magasságilag jellemző tereppontoknak (a térszin-profilnak) meghatározása vízszintes és magassági értelemben. A pontok vízszintes helyzetét közvetlen



20. ábra. Hosszszelvény-felvétel szintezéssel.

hosszméréssel állapítjuk meg. A hosszmerést legcélszerűbben a térszínre fektetett hosszmerő eszközökkel végezzük s a vízszintesre való

redukálást a szintezéssel nyert magasságkülönbségek segítségével végezzük (de ehhez szükséges, hogy a szintezés végzésekor a szalagvégpontok magasságát is mérjük).

A *magasságkülönbség-mérést* kötőpontok közbeiktatásával végezzük. A kötőpontokon gondosan betartjuk a szintezés főszabályait s a leolvasást *mm*-re pontosan végezzük. A részletpontokon (a talaj jellemző töréspontjain) elegendő *cm* pontosságra leolvasni, sőt sokszor a *dm* is elegendő.

A méréseredmények feljegyzésekor a lécleolvasásokat három rovatba jegyezzük fel. Az elsőbe írjuk a kötő-ponton *hátra* felé, a másodikba a *részletponton*, a harmadik a kötő-ponton *előre* tett lécleolvasásokat.

A mérésre és a jegyzőkönyv vezetésére példát a 20. ábra és az alábbi jegyzőkönyv mutat:

Szintező műszer. Zeiss-féle
(*I. m., σ és L' nélkül*).

Észlelő: Szöts Albert.

Hely és dátum: Nógrádverőce, 1914 június 10.

Szintezett pont	Távolság	Leolvasások			Magasságkülönbség, vagy horizont	Magasság	Jegyzetek
		hátra	részletpont	előre			
<i>P</i>	0,00 m	2,345			52,345	50,000 m	
2	26,8		0,66			51,68	
3	60,5		1,25			51,10	
4	124,8		1,53			50,82	
6	190,0		1,88			50,46	
<i>a</i>	(160,0)			1,545		50,800	
<i>a</i>		0,331			51,131		
7	220,5		1,43			49,70	
8	265,6		2,88			48,25	
9	303,4		0,25			50,88	
<i>b</i>	324,82			0,111		51,020	
<i>b</i>	0,00	1,216			52,236		
11	38,0		2,08			50,16	
12	110,0		0,63			51,61	
13	140,8		0,26			51,98	
<i>c</i>	164,43			1,435		50,801	
		3,892		3,091			
		(± 0,801)				(+ 0,801)	

Hosszszelvény-szintezés esetén — tekintettel arra, hogy egy

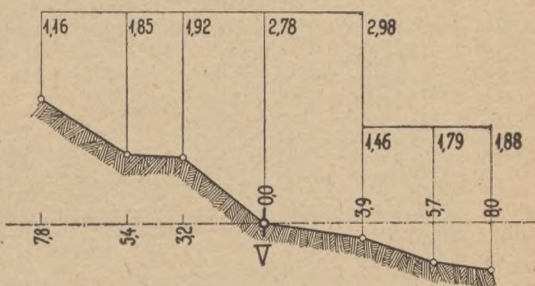
műszer-állásban sok pont szerepel — a számítást a műszer-horizontok megállapításával végezzük. Műszer horizont alatt a vízszintesnek képzelt irányvonal magasságát értjük az alapul választott niveaufelület felett. Az első műszer-állásban a műszer-horizontot megkapjuk, ha a kiinduló pont ismert magasságához a rajta álló lécen tett leolvasást hozzáadjuk.

A műszer-horizont (M_H) ismeretével bármely — az illető műszer-állásban szereplő-pont magassága egységes eljárással kapható. Ha az illető P pontra l_P leolvasást kaptunk, úgy magassága

$$M_P = M_H - l_P$$

4. Keresztszelvény-szintezés.

A keresztszelvény speciális esete a hosszszelvénynek s ezért felvétele ugyanúgy történik, mint a hosszszelvényé. A keresztszelvény rendszeren rövid, egy-két műszer-állásból áll. Kiinduló pontjául a hosszszelvénnel való metszéspontja — a *tengely-pont* — szolgál. Kereszt szelvény-felvétel esetén a mérés eredményeit rendszeren nem jegyzőkönyvbe vezetik be, hanem feljegyezzük a keresztszelvény vázlatrajzára. Az adatok feljegyzésére példát a 21. ábra mutat



21. ábra. Keresztszelvény-felvétel szintezéssel.

5. Terület-szintezés.

Ha a hosszszelvénnel együtt keresztszelvényeket is felvesszünk, úgy már ez is terület-szintezés, de olyan, mely csak keskeny sávra szorítkozik, tekintettel a keresztszelvények rövid voltára.

Az általános értelemben vett terület-szintezés esetén valamely kiterjedt terepnek magasságilag jellemző pontjait kell felvennünk. A szintezés ilyenkor a hosszszelvény-szintezéshez hasonlóan végzendő megfelelő számú kötő-pont felvételével.

94. §. Kezdetlegesebb szintező műszerek és módszerek.

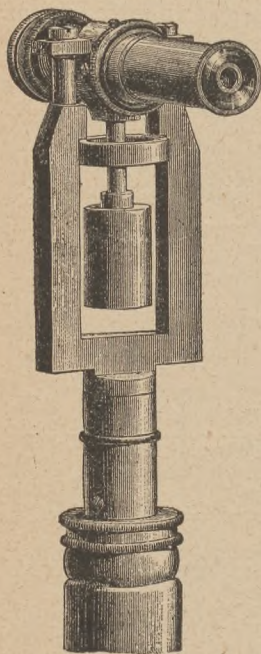
1. Dioptrás szintező műszerek.

A szokásos szintező műszertől abban térnek el, hogy az irányzás fekvő réses dioptrával történik. Minthogy a leolvasást szabad szemmel kellene végezni, s így csak felette rövid távolságokra dolgozhatnánk vele, a mérésben nem leolvasó, hanem úgynevezett tárcsás léceket használunk. A tárcsás léce végéig cm-beosztású s rajta egy tárcsa mozgat-

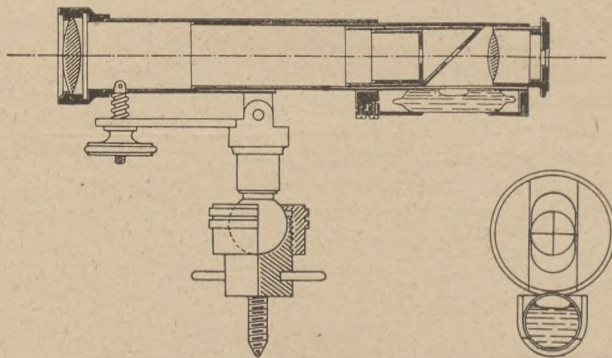
ható, melynek állása minden helyzetben a vele mozgó *index* leolvasásával megállapítható. Méréskor a tárcsát be kell inteni a dioptra irányiskjába, ügyelve arra, hogy a szintező libella buborékja közepén maradjon.

2. Ingás szintező műszerek.

Az ingás szintező műszereken az irányvonal vízszintes helyzetét ingával érzük el. A távcső s a vele kapcsolatos lenyúló, súlyos inga kardanikus felfüggesztésű, tehát a műszer minden helyzetben az irányvonal ugyanolyan irányú marad (22. ábra).



22. ábra. Ingás szintező műszer.



23. ábra. Libellás kézi szintező műszer (botállványon is használható).

3. Állvány nélküli (kézi) szintező műszerek.

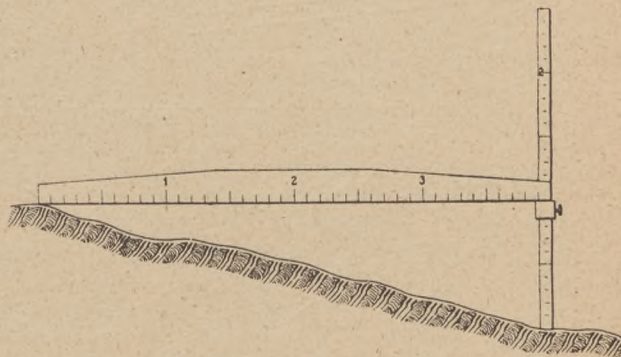
Csak *közelítő, gyors* szintezésekben használhatók. Tipikus alakja a 23. ábrán látható. A libella buborékja tükör segítségével a távcső látmezejében látható, tehát *kézben tartva* is, ki lehet lesni azt a pillanatot, amikor a buborék közepén van, mikor is a lécen leolvassuk a szál állását. Az irányisk magasságának *változatlansága* a kézi szintező műszereken csak *kezdetlegesen* van biztosítva, nevezetesen attól függ, hogy az előre és hátra irányzás végzésekor, mennyire maradt ugyanaz a szem magassága. Egyenes testtartással s lehetőleg ugyanazon állásból kell mind a két irányzást elvégezni.

4. Lépcsőmérés.

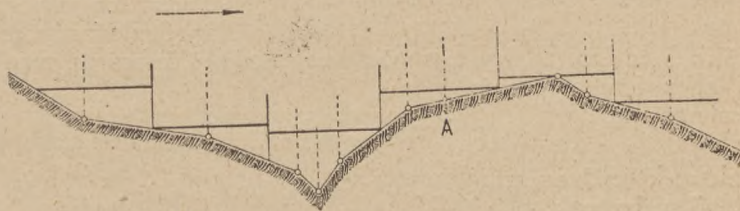
A lépcsőmérést keresztshelvények felvételére használják. A hozzátartozó felszerelés áll *két beosztott lécből* (24. ábra), melyek közül az

egyik vízszintessé tehető libellával, a másik pedig függőlegessé ugyan-
csak libellával, vagy esetleg függővel. A függőleges lécz részben veti-
tésre, részben a víz-
szintes lécz alátá-
masztására szolgál,
az utóbbi célból,
bármely helyzeté-
ben rögzíthető,
gyűrűs konzollal el-
látott. A vízszintes
lécz *dm*-ekre, a füg-
gőleges pedig *cm*-
ekre osztott.

Méréskor (25.
ábra) a fekvő lécz
vízszintesen tartan-
dó úgy, hogy egyik
vége a földön, a
másik pedig a függőlegesen tartott álló lécz konzolján nyugalodjon.

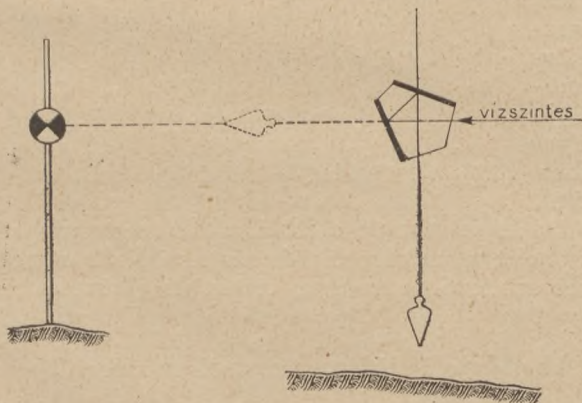


24. ábra. Lépcsőmérő berendezés.



25. ábra. A lépcsőmérés végrehajtása.

E helyzetben a fekvő lécen a pont távolsága, a függőleges lécen pedig a térszínnek a lécz vízszin-
tes alsó élétől való tá-
volsága, vagyis a ma-
gassága olvasható is.
Ezután az álló lécet le-
szorítva, a fekvő lécet
tovább visszük és a
hátsó végét állíttat-
juk az álló léchez.
Most ezt a végét le-
szorítva, az előbbi
műveletek megismét-
lendők.

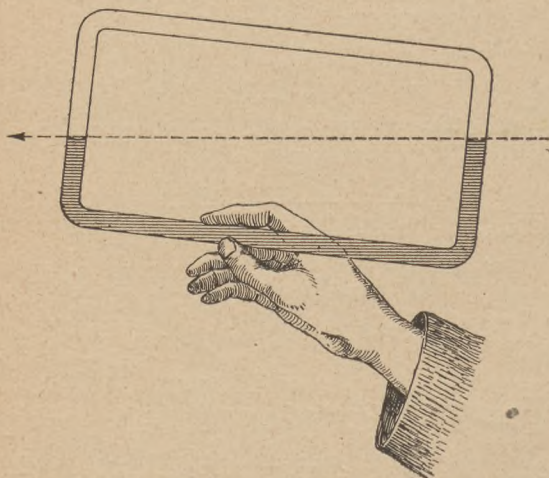


26. ábra. Szintezés szögtükörrel és függővel.

A fekvő lécz vé-
gének megfelelő pon-
ton mindig *cm*-re pon-
tos leolvasások vég-
zendők. A közbülső pontokon elegendő a *dm* pontosságú leolvasás.

A lépcsőmérésben a hibaterjedés eléggé kedvezőtlen, nagyon kell ügyelni az álló lécz függőleges tartására, továbbá az illesztések gondos végrehajtására.

A mérést lehetőleg mindig felülről lefelé kell végezni.



27. ábra. Közlekedő csöves kézi szintező műszer.

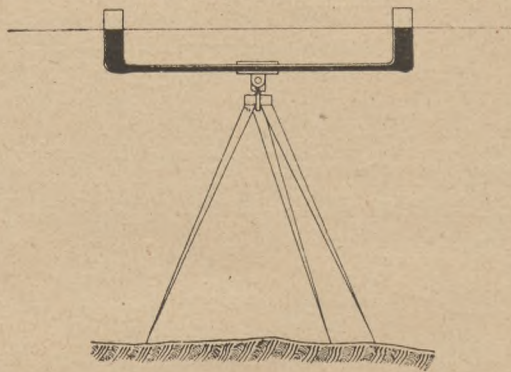
tűzhetünk ki s ezáltal így pontok magasságkülönbségét mérhetjük. A méréshez ismét tárcsás lécz alkalmazandó.

6. Közlekedő csöves szintező műszerek.

A közlekedő cső két szárában levő folyadék felülete vízszintes irányzást tesz lehetővé, tehát felhasználható szintezésre. A közlekedő csöves szintező műszer legegyszerűbb alakja a 27. ábrán levő, melyet állvány nélkül — kézben tartva szokás használni.

Tökéletesebb (állványos) alakját mutatja a 28. ábra. Mivel az irányzás szabadszemmel történik, azért a mérésben tárcsás lécz alkalmazandó.

A közlekedő csöves szintező műszert a kertészeti kitűzésekben alkalmazzák.



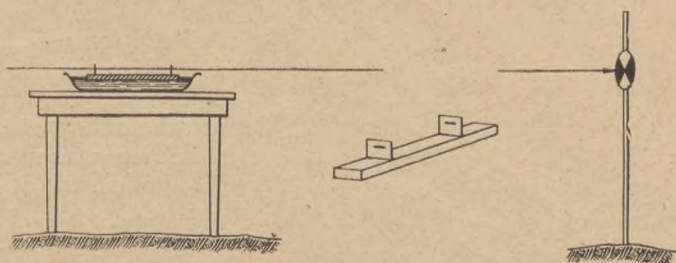
28. ábra. Közlekedő csöves állványos szintező.

7. Kezdetleges, házilag előállítható szintező műszer.

Kertészeti célokra vagy hozzávetőleges mérésekre magunk is készíthetünk szintező műszert.

Állványul hordót, vagy kisméretű asztalt használunk. Erre vízzel töltött edényt helyezünk, ami műszertálcaként fog szerepelni.

Alhidádéul vizen úszó, fekvő réses dioptrával felszerelt deszkalap



29. ábra. Házilag előállítható szintező.

szolgál (29. ábra). A méréshez tárcsás lécs használendő.

III. FEJEZET.

Trigonometriai magasságmérés.

95. §. A trigonometriai magasságmérés alapelve és képletei.

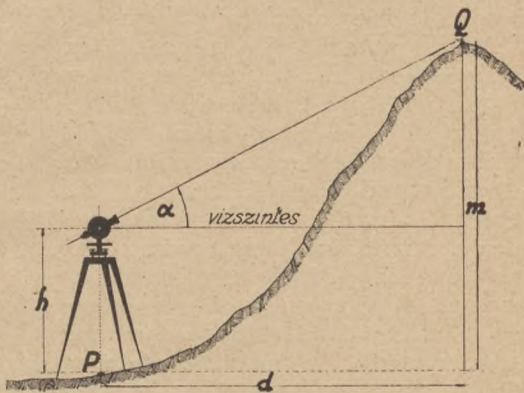
Ha két pontnak egymástól való vízszintes távolságát ismerjük s ha azok egymásból láthatók és irányíthatók, úgy *magasságkülönbségüket trigonometriai úton* olyan műszerrel határozhatjuk meg, amellyel *magassági szögeket* mérhetünk.

Nevezetesen ha a P és a Q pontok magasságkülönbségét keressük, akkor a P , vagy a Q ponton felállított szögmérő műszerrel megmérve az α magassági szöget, a keresett m magasságkülönbség a következőképen számítható (1. ábra):

$$m = h + d \operatorname{tg} \alpha$$

Ez a képlet a niveaufelület nem sík volta miatt természetesen közelítő képet, de teljesen kielégítő pontosságot nyújt mindaddig, amíg a d távolság kisebb 500 m-nél. Ennél nagyobb távolság esetén tekintettel kell lenni a niveaufelület

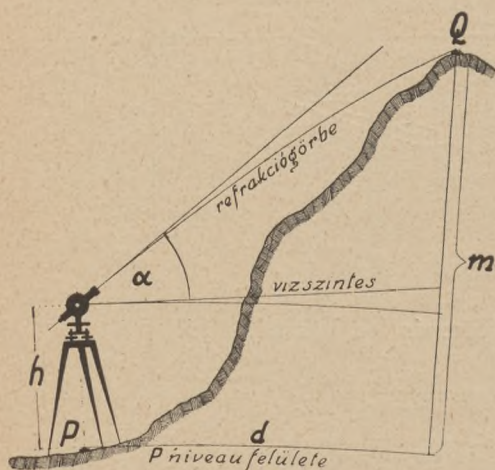
nem sík voltára, továbbá arra is, hogy a fénysugár útja a levegőben, annak nem homogén volta miatt, nem egyenes (a *refrakció* hatása). Ha ezekre is tekintettel vagyunk (2. ábra), akkor a következő



1. ábra. Trigonometriai magasságmérés (kis távolságra).

képlet vezethető le:

$$m = h + d \operatorname{tg} \alpha + \frac{1-k}{2r} d^2$$



2. ábra. Trigonometria magasságmérés (nagy távolságra).

ahol a harmadik tag fejezi ki a niveaufelület nem sík voltának és a fénytörésnek (refrakciónak) a hatását. E képletben k az ú. n. refrakció koeficiens (átlagos értéke: 0,13), r pedig a niveaufelület közép görbületi sugara (ennek *logarithmusa* 6,804743 értékkel vehető). Vagyis 500 m-nél nagyobb távolság esetén a következő képlettel kell a magasságkülönbséget számítani:

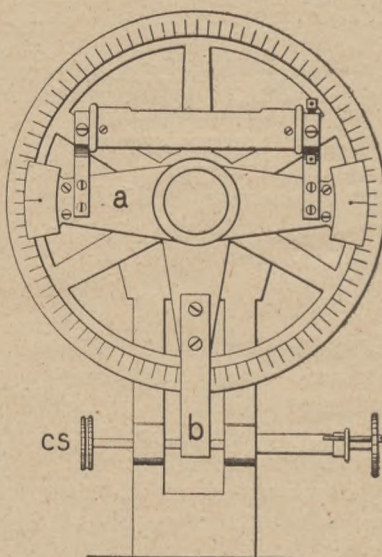
$$m = h + d \operatorname{tg} \alpha + C d^2$$

ahol

$$\log C = 2,83375 - 10$$

A **magassági szög** megmérése a teodolit fekvő tengely körül történik. A magassági

gelyére merőlegesen erősített **magassági kör** a távcsővel együtt forog, a hozzá tartozó **indexek** pedig a mérés alatt mozdulatlanok. A pont beirányzása után a magassági kör indexein tett leolvasás a magassági szög helyes értékét csak akkor fogja megadni, ha vízszintes irányzás mellett az index 0-ra mutat. Amennyiben ez a feltétel a műszeren kielégítve nincs, akkor a műszernek „indexhibája van”. Az indexhibát csökkenteni lehet a műszer megfelelő kiigazításával. Ugyanis az a indexkarhoz külön libellát (**indexlibellát**) erősítenek (3. ábra), mely az indexekkel együtt, a fekvő (H) tengely körül az ú. n. **beállító csavarral** (cs) forgatható. Az **indexlibellát** kiigazítjuk úgy, hogy **buborékja** középre álljon akkor, amikor a távcső irányvonala vízszintes és amikor az első index 0-ra mutat. Ilyen igazítás mellett, ha leolvasás előtt az indexlibella buborékját középre hozzuk, a tett leolvasás a helyes magassági szöget adja.

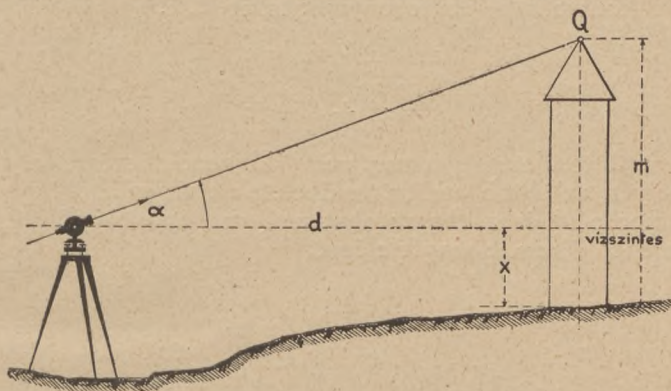


3. ábra. Magassági kör mozgatható indexkarral ($a-b$) és indexlibellával. cs az indexlibella beállító csavarja.

96. §. Épületmagasságok mérése. Közelítő mérések.

A trigonometriai magasságmérés célszerűen használható *tornyok, gyárkémények, épületepárkányok* magasságainak megmérésére.

A 4. ábra mutatja az épületmagasság megmérésének végre-



4. ábra. Épületmagasság mérése.

hajtását. A műszerrel felállunk a tárgytól a megméréndő magasság 2—3-szorosának megfelelő d távolságban s megmérjük a mérendő magasság felső pontjára vonatkozó α magassági szöget (4. ábra). Ekkor a műszer horizontja feletti magasság $d \operatorname{tg} \alpha$, tehát a torony-magasság

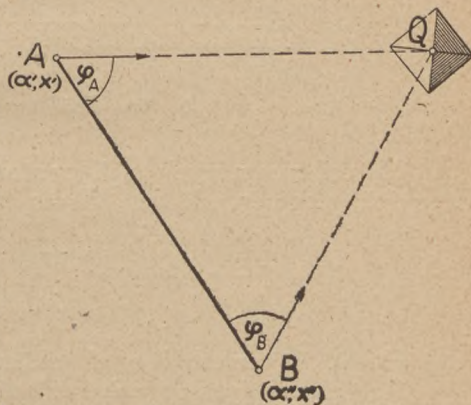
$$m = x + d \operatorname{tg} \alpha$$

A x méretet vagy leméréssel állapítjuk meg (vízszintes távcso-állással, beosztott lécen olvassuk le), vagy szintén trigonometriai magasságméréssel, t. i. a megfelelő mély-ségi szög megmérése útján.

Toronymagasságok mérése esetén a d távolság rendszeren nem mérhető meg közvetlenül. Ilyen esetekben a mérést két műszer-állásból végezzük.

A templom előtt, attól ele-gendő távolban választunk két pontot A -t és B -t úgy, hogy az ABQ háromszög lehetőleg egyenlő oldalú legyen (5. ábra), továbbá, hogy a A -ból a B és Q , a B -ből a A és Q látható és irá-nyozható legyen.

A műszerrel felállunk a A ponton s megmérjük a φ_A vízszintes szöget, az α' magassági szöget,



5. ábra. Épületmagasság mérése (vízszintes mérés a d meghatározására).

továbbá az x' méretet. Ugyanazt elvégezzük a B ponton is; a mérés eredményei itt φ_B , α'' és x'' . Ezenkívül megmérendő az $AB = a$ vízszintes távolság.

Az a -ból, továbbá a φ_A és a φ_B szögekből levezethető a d' és d'' vízszintes távolság (így jelölöm az AQ és BQ távolságokat) s ezekből — kontrollal — a toronymagasság, t. i.

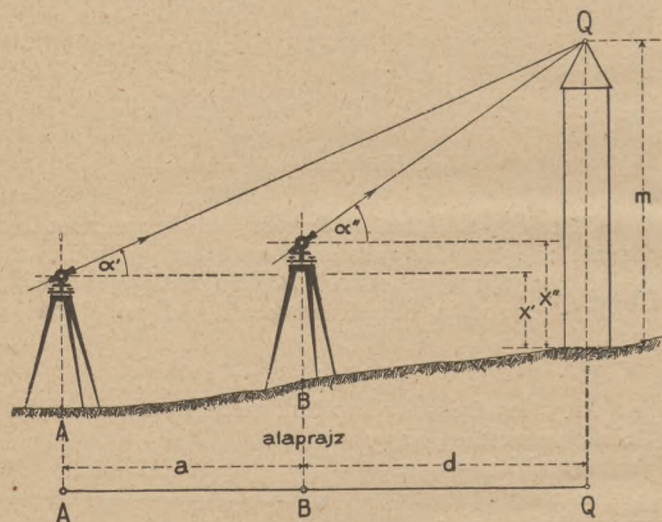
$$m = x' + d' \operatorname{tg} \alpha'$$

illetve

$$m = x'' + d'' \operatorname{tg} \alpha''$$

Beépített területen gyakran nem áll rendelkezésre olyan nagy térség, melyen az előbb említett műveletek elvégezhetők.

Ilyenkor a A és a B pontokat a Q -val egy függőleges síkban választjuk a 6. ábrának megfelelően.



6. ábra. Épületmagasság mérése.

Mérési eredmények a A ponton α' és x' , a B ponton α'' és x'' . Ezenkívül megmérendő az $AB = a$ távolság. A 6. ábra szerint

$$m = x' + (d + a) \operatorname{tg} \alpha'$$

és

$$m = x'' + d \operatorname{tg} \alpha''$$

E két egyenletből a d kiküszöbölésével m értéke számítható.

Az épületmagasság mérése, ha csak lehet, az előbbi eljárással végzendő, mert az a mérésre kontrollt nyújt.

A technikai gyakorlatban gyakran előfordul, hogy valami magasság közelítő értékét hamarosan és egyszerű eszközökkel kell megállapítani. Ilyen célra készítettek külön primitív műszereket, az ú. n. dendro-

métereket, melyek a magassági szöget egyszerű dioptrás berendezésekkel mérik. Főleg az erdészek alkalmazzák fa-magasságok mérésére.

Gyorsan és aránylag pontosan lehet fák és tornyok magasságát meghatározni árnyékuk megmérésével.

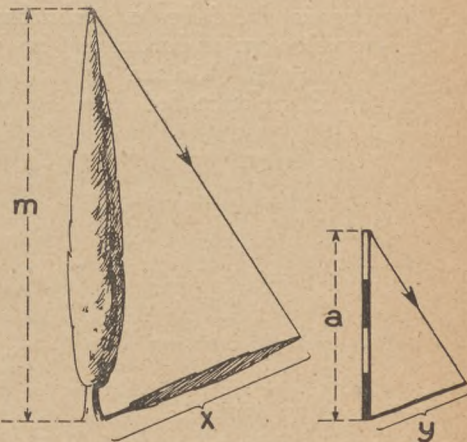
Ismert hosszúságú pálcát (jelző karót) szúrunk a földbe s egyidőben megmérjük a fa árnyékának és a pálca árnyékának hosszát. A 7. ábra szerint

$$m : a = x : y$$

ahonnan

$$m = \frac{x}{y} a$$

A számítás egészen elmaradhat, ha azt a pillanatot lessük ki, amikor a pálca hossza és árnyéka *egyenlők*, mert ekkor a tárgy árnyékának hossza rögtön a magasságát adja.



7. ábra. Magasságmérés árnyékhosszból.

IV. FEJEZET.

A barométeres magasságmérés.

97. §. A barométeres magasságmérés alapelve. Az aneroid és szerkezete.

Mivel a levegő nyomása a magassággal is változik, magasságkülönbségek *barométerekkel*, azaz légnyomástmérő műszerekkel is mérhetők.

Ha a P és a Q pontokon B_P , illetve B_Q a légnyomás *egyidejű* értéke, továbbá t_P és t_Q a léghőmérséklet nagysága, akkor a két pont m magasságkülönbsége a következő képlet alapján számítható

$$m = K (1 + \alpha t) \log \frac{B_P}{B_Q}$$

ahol K a barométeres állandó (Magyarországra nézve értéke 18469), α a levegő *tágulási* együtthatója (értéke: 0,00367), t a közepes lég-hőmérséklet, azaz $t = \frac{t_P + t_Q}{2}$.

Ha a magasságkülönbség 1000 m-nél kisebb, akkor a m a Babinet-féle közelítő képletből számítható, t. i.

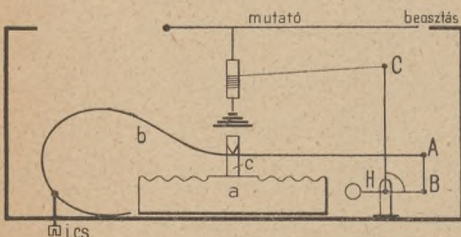
$$m = (B_P - B_Q) \Delta m$$

ahol

$$\Delta m = \frac{16042}{B_P + B_Q} + \frac{58,79}{B_P + B_Q} t$$

A légnyomás mérésére a technikai gyakorlatban rendszeresen az aneroid (fémbárométer, rugós-bárométer) szolgál.

Az **aneroid** főrésze egy légritkított terű, zárt fémszelence (1. ábrán a). E szelence fedele a légnyomás hatására behorpad, illetve



1. ábra. Az aneroid vázlatos metszete.

kitágul, szóval lélegző mozgásokat végez s így a szelencefedél elmozdulásai arányosak a légnyomással. A szelencefedél függőleges elmozdulásai csekélyek, 100 higanymilliméter légnyomásváltozásra csak 0,5–1,0 mm függőleges elmozdulás következik be. Ezeket az elmozdulásokat tehát meg kell nagyítani. Ezért a szelence fedeléhez a c oszlopot erősí-

tik mereven. A c oszlopot felfelé a b erős, hattyúnyakszerű lemezzugó feszíti, melynek A végpontjához csuklósan az AB függőleges kar van erősítve. E kar a H tengely körül forgó s ellensúllyal ellátott HB emelőkart s a vele mereven kapcsolt HC kart hozhatja mozgásba s ezzel a szelencefedél függőleges elmozdulása a C pontot körüben lendíti ki egyik, vagy másik irányba. A C pont, lánc közvetítésével, függőleges tengelyű hengert s egy evvel kapcsolatos mutatót hozhat mozgásba. A mutató körbeosztáson mozoghat, a beosztás empirikusan úgy készül, hogy egy beosztásrész egy higany-mm nek felel meg.

Az aneroid mutatóján tehát közvetlenül a légnyomás olvasható le.

Használat közben az aneroid mindig vízszintesen tartandó. Leolvasás előtt gyengén meg kell kopogtatni, hogy az esetleges feszültségek kioldódjanak. Egyoldalú hőmérsékleti hatásoktól gondosan óvandó.

Az aneroid leolvasásokat redukálni kell a szerkezeti hőmérséklet, a beosztás hibája s az ú. n. index-hiba miatt. Ez utóbbi alatt a mutató felékeléséből származó ama hiba értendő, hogy a mutató a beosztáson nem az illető légnyomást mutatja. E korrekciókat normál higanybarométerrel való előzetes összehasonlítás alapján állapíthatjuk meg.

A légnyomás mérésében az egyidejűségre kell törekedni s ezért a pontosabb mérésekben két aneroid használandó.

A barométeres magasságmérés középhibája mintegy ± 2 m-re tehető, ha a mérendő magasságkülönbség 200 m-nél kisebb, vagyis ez az eljárás lényegesen kisebb pontosságú, mint az eddigiek.

V. FEJEZET.

Rétegvonalas térképek (rétegtérvek) készítése.

98. §. A magassági viszonyok ábrázolása a térképeken.

A térszín magassági (domborzati) viszonyait a térképeken különböző módon juttathatjuk kifejezésre.

Az első és a legegyszerűbb eljárás az, hogy a domborzatra jellemző pontok mellé odaírjuk a pont magasságát is. Ezt az eljárást a mérnöki helyszínrajzokon gyakran követjük, s az ilyen módon készített térképeket *számozott vetületnek* (kottált projekciónak) nevezik.

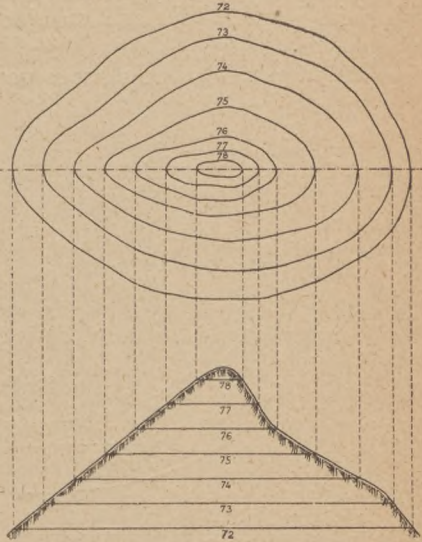
A számozott vetületek a tervezésekre kiválóan alkalmasak, de mert a magassági viszonyokat csak nehézkesen szemléltetik, csupán a technikai (tervező) gyakorlatban használják.

A második eljárás a domborzati viszonyoknak *vonalkázással* (sraffozással), vagy *árnyékolással* való feltüntetése. A vonalkák (sraff-vonalak) *vastagságával*, továbbá *sűrűségével* a térszín *hajlás-viszonyait* juttatjuk kifejezésre. A vonalkázott és az árnyékolt térképek a magassági viszonyokat jól szemléltetik, de az ilyen térképek telerajzolt, sötét voltak miatt tervezésre alkalmatlanok.

A harmadik eljárás a magassági viszonyoknak *rétegvonalakkal* való feltüntetése, ami voltaképpen a számozott vetület továbbfejlesztett válfaja. **Rétegvonalnak** (niveau-vonal, izohypsa) nevezzük a térszín *egyenlő magasságú pontjainak geometriai helyét*, azaz a *térszínnek valamelyik niveau felülettel való metszész-vonalát*. Ha a magasságilag ábrázolandó térszint *egyenlő* (kerek számú) függélyes távolságban lévő niveau-felületekkel metsszük, akkor a kimetszett vonalak a térképen annál hívebben ábrázolják a térszín magassági viszonyait, minél kisebb a két szomszédos niveau-felület egymástól való függőleges távolsága.

A rétegvonalas térkép a magassági viszonyokat jól szemlélteti s emellett tervezésre is minden tekintetben alkalmas, ezért újabban nemcsak a mérnöki tervezésre szolgáló térképeket készítik így, de a *topográfiai*, sőt a *katonai térképeket* is.

A niveau-felületek távolsága, azaz a niveau-görbék magasságkülönbsége a térkép rendeltetésének és méretarányának megfelelően választandó. *Rétegtérveket vagy tahiméterrel, vagy szintező műszerrel készíthetünk*. A kettő közül fontosabb a tahiméterrel való rétegterv-készítés.



1. ábra. A domborzati viszonyok ábrázolása, rétegvonalakkal.

99. §. Rétegterv-készítés tahiméterrel.

A rétegterv készítésekor az első teendő *vízszintes és magassági alappontok* létesítésében és meghatározásában áll. A vízszintes alap-

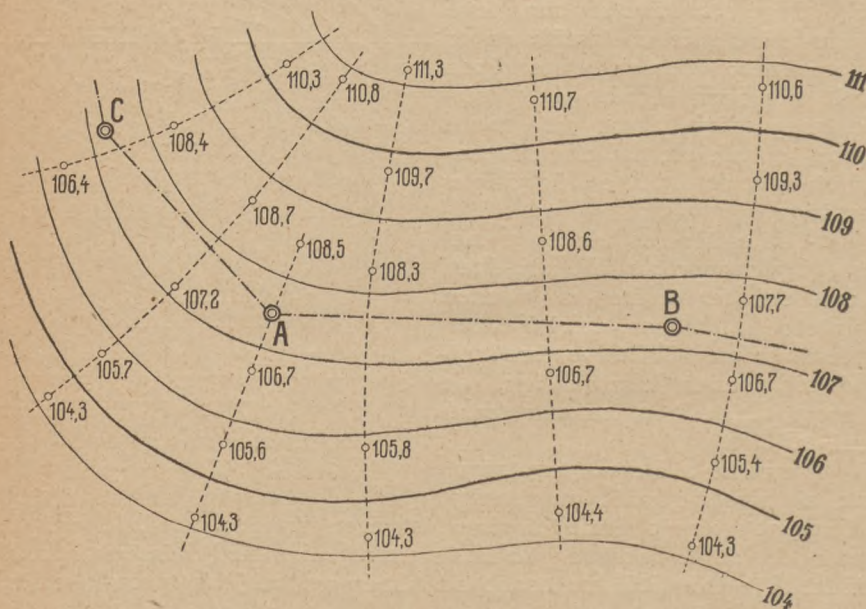
pontokat háromszögeléssel, pontkapcsolással és sokszögeléssel állapítjuk meg. Sűrűségükre nézve irányadó az, hogy a felveendő vidéken legalább minden 300 m-re egy-egy vízszintes alappont szükséges; erősen dombos, vagy kilátásbeli akadályokban bővelkedő terepen még sűrűbben kell őket meghatározni. A sokszögelést rendszeren szintén tahiméterrel végezzük, de ilyenkor minden 1000 m re be kell kötni a sokszögvonalat a háromszögelési pontokba.

Minden vízszintes alappont mellett meg kell határozni egy magassági alappontot (összeeshet a vízszintes alapponttal is). Magasságukat szintezéssel, esetleg trigonometriai magasságméréssel határozzuk meg.

A részletfelvétel a térszin magasságilag jellemző pontjainak tahimetriával való felvételében áll. A részletpontok sűrűsége a terv méretarányától, továbbá a nievau-vonalak előzetesen megállapított magasságkülönbségétől függ.

A rétegvonalak gondos meghatározása céljából a részletpontokat célszerűen a legnagyobb eséseknek megfelelő vonalakon, az ú. n. esővonalakon választjuk. Ezeket a vonalakat a lefolyó víz, a leguruló kő útja jelzi s jellemző tulajdonságuk, hogy merőlegesek a rétegvonalakra.

A 2. ábrán a pontozott vonalak jelzik az esővonalakat; a tahi-



2. ábra. Rétegvonalas térkép felvétele és szerkesztése.

méterrel azokat a pontokat vesszük fel, amelyek az egyes esővonalakon a tereppontok magasságaira jellemzők, azaz amelyek összekötő vonalai térszinen fekvő egyeneseknek vehetők. Az esővonalak egy-

mástól való távolsága a térkép méretarányának, továbbá a terep tagozottságának megfelelően választandó.

A mérés eredményét a megállapított méretarányban felrakjuk, s minden tereppont mellé feljegyezzük magasságát is, vagyis *számozott vetületet* készítünk a jellemző talajpontokról.

Ezután a térképen *interpolálással* megállapítjuk az egyes réteg-görbék pontjait s azokat folytatólagos görbékkel összekötve, kapjuk meg a rétegvonalakat s így a rétegtervet. A görbék kirajzolásakor tekintetbe vesszük, hogy azoknak közel-normálisoknak kell lenniök az esővonalakra. Az interpolálások mindig az egyes *esővonalak szomszédos pontjai között* végzendők.

Maga az *interpolálás* voltaképpen egyszerű geometriai felelet.

Adott két pont: A és B; magasságuk M_A és M_B ; meghatározandó a két pont összekötő egyenesén ama X pont, melynek magassága egy előre megadott M számérték. A feladat megoldottnak vehető, ha ismerjük az AX távolságot. Felírható a következő arány:

$$\overline{AX} : \overline{AB} = (M - M_A) : (M_B - M_A)$$

ahonnan

$$\overline{AX} = \overline{AB} \frac{M - M_A}{M_B - M_A}$$

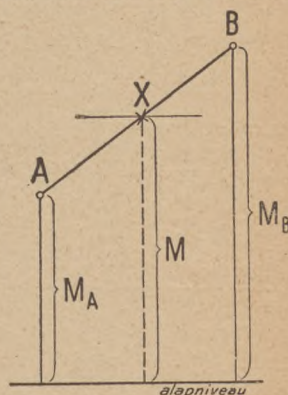
\overline{AX} és \overline{AB} helyébe természetesen a vízszintes távolság is írható;

ez esetben \overline{AB} a térképről mérhető le, s a kiszámított AX pedig arra felrakható.

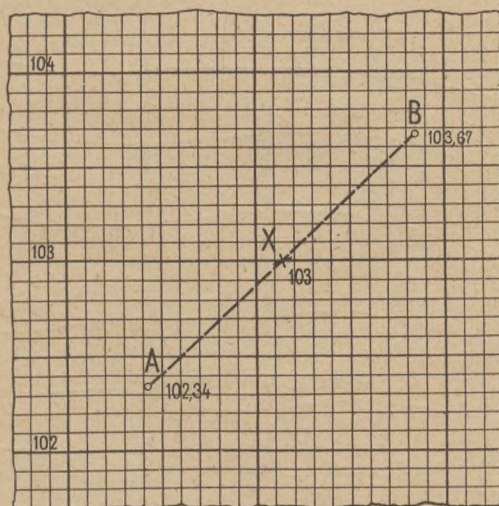
A számítást *logaritmikus számító léccel* végezhethetjük el.

Ha sok *interpolálás* végzendő, úgy a közvetlen számítás helyett gazdaságosabb a *szerkesztés*. Milli-méterpapírra felrakjuk az A és B pontokat; a két pont összekötő vonalának, továbbá az M magasság vonalának metszéspontja adja a keresett X pontot (4. ábra).

Ha átlátszó mm-papírt használunk, akkor a pontok felrakása elmaradhat, tehát az *interpolálás* még gyorsabb lesz.



3. ábra. Az interpolálás magyarázata.

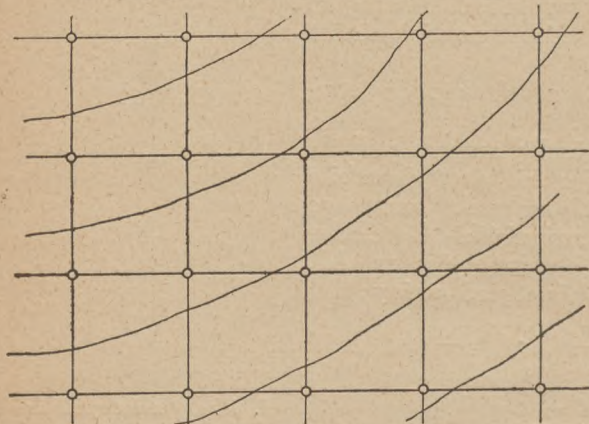


4. ábra. Az interpolálás szerkesztéssel (átlátszó mm-papírral).

Az átlátszó mm papírt a térképen úgy helyezzük el, hogy az A pont a maga M_A magasságának megfelelő helyen legyen. Most leszúrva az A pontot, a mm-papírt addig forgatjuk, míg a B pont is a maga magasságára mutat. Ezután a keresett magasság vonalának és az AB vonalnak metszéspontja leszurandó s ez lesz a keresett pont.

100. §. Rétegterv-készítés szintező műszerrel.

A rétegterv-készítés *alapelve* ismét az, mint az előbbi esetben,



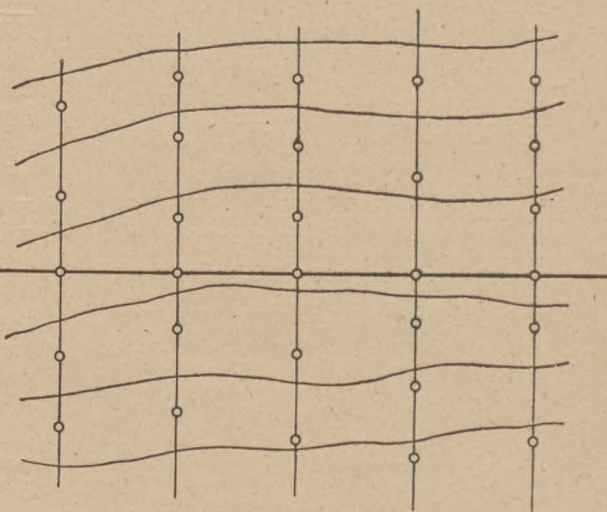
5. ábra. Felvétel négyzethálózattal.

nevezetesen a mérés-eredmények alapján *kottált projekciót* készítünk s ebbe interpolálással rajzoljuk bele a rétegvonalakat.

A szintező műszert csak a magasságok meghatározására használhatjuk, a pontok vízszintes helyzetét külön mérésekkel kell megállapítani. E mérések gyors elvégzése céljából a részletpontokat nem választhatjuk tetszés szerint, hanem részlet-

pontokul olyan egyszerű geometriai idomok sarokpontjait választjuk, melyeknek relatív helyzetét egyszerűen, lehetőleg csupán derékszögkitűzéssel és közvetlen hossz-méréssel lehet megállapítani.

A szintezéssel való rétegterv-készítés gyakorlati végrehajtásában az egyik eljárás az, hogy a felveendő vidéket behálózzuk olyan — szögtükörrel és szalaggal kitűzött és bemért — *négyzethálózattal*, melynek oldalhosszát a rétegterv rendeltetésének és a méret arányának megfelelően 10 m —



6. ábra. Felvétel hosszszelvényekkel.

50 m—100 m közt választjuk. Szintezéssel megállapítva a sarokpontok magasságkülönbségeit, nyerjük a számozott vetület adatait. Ezt az eljárást követve, a felvett pontok általában nem azonosak a terep jellemző magassági pontjaival, vagyis nem számíthatunk a magasságot híven ábrázoló rétegtervre.

Helyesebben járunk el, ha a felveendő vidéken *sokszögvonalat* vezetünk s erre merőlegesen 10—50 m távolságban, hosszú kereszt-szelvényeket veszünk fel. Ekkor az egyes kereszt-szelvényeken a terep jellemző magassági pontjait tűzhetjük ki s vehetjük fel.

A szintező műszerrel való rétegterv készítésekor, amint látjuk, a vízszintes helyzet meghatározása *főleg közvetlen* hossz-mérésekből áll, tehát csak ott használható, ahol a hossz-mérésekre jó pálya áll rendelkezésre, azaz *sík*, illetve *közel-sík* talajon.

A szintező műszerrel való rétegterv-készítést nehézkes volta miatt csak akkor alkalmazzuk, ha a talaj közel-vízszintes, továbbá ha kis magasságkülönbségű rétegvonalakat kell szerkeszteniünk. Főleg az öntözési, továbbá az ármentesítési célokra szolgáló térképek készítésekor talál alkalmazásra.

Tartalomjegyzék.

Előszó	III	11. §. Csöves libellák	10
Értelemzavaró sajtóhibák jegyzéke	IV	12. §. Szelencés libellák	24
I. RÉSZ.		13. §. A libella állandójának meghatározása	25
ALAPFOGALMAK. MÉRTÉKEK ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEK.		14. §. A libella használatakor betartandó szabályok	27
I. FEJEZET.		II. FEJEZET.	
ALAPFOGALMAK.		A TÁVCSÓ.	
1. §. A geodézia feladata és felosztása	1	15. §. Az egyszerű távcső szerkezete	27
2. §. A helymeghatározás alapelve	1	16. §. A geodéziai távcső	28
3. §. Függővonal és niveaufelület	2	17. §. A geodéziai távcső szerkezete	30
4. §. A geodéziai mérések felosztása. Közelítések	3	18. §. A távcső használata	32
II. FEJEZET.		19. §. A távcső nagyítása	33
MÉRTÉKEK ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEK.		III. FEJEZET.	
5. §. A hossz-mérésről és a szög-mérésről általában	4	LEOLVASÓ BERENDEZÉSEK.	
6. §. A mérés alapelve. Etalonok	5	20. §. A leolvasás és részei	34
7. §. A mértékekről és a mértékegységekről szóló magyar törvény	5	21. §. Becslés	35
8. §. Régebbi hossz- és terület-mértékek	6	22. §. A noniusz	36
9. §. A szögmérés mértékegységei	7	23. §. A leolvasó mikroszkóp	41
II. RÉSZ.		24. §. A noniusz és a mikroszkóp összehasonlítása	46
A GEODÉZIAI MŰSZEREK FONTOSABB KÖZÖS ALKOTÓRÉSZEI.		III. RÉSZ.	
I. FEJEZET.		A VÍZSZINTES MÉRÉS ALAPMŰVELETEI.	
A LIBELLA.		I. FEJEZET.	
10. §. A libellák osztályozása	10	PONTOK JELÖLÉSE.	
		25. §. A jelzőkaró és használata	
		II. FEJEZET.	
		EGYENES VONALAK KITŰZÉSE.	
		26. §. Beintés és beállítás	

27. §. Egyenes-kitűzés segédkarókkal	50
28. §. Példa sajátosabb jellegű egyeneskitűzésre	51

III. FEJEZET.

ÁLLANDÓ NAGYSÁGÚ, KÜLÖNÖSEN 90°-OS SZÖGEK KIŰZÉSE.

29. §. A szögkitűzőkről általában	52
30. §. A szögdioptra	52
31. §. A szögtükör	56
32. §. A szögprizma	61
33. §. A szögkitűzők összehasonlítása	63
34. §. A kettős szögtükörök és kettős szögprizmák	63

IV. FEJEZET.

HOSSZMÉRÉS.

35. §. A hosszmerésről általában	66
36. §. A mérőléc és használata	66
37. §. A mérőszalag és használata	68
38. §. A mérőeszközök komparálása	69

V. FEJEZET.

VÍZSZINTES SZÖGMÉRÉS.

39. §. A teodolit	71
40. §. A teodolit szerkezetének fontosabb részletei	74
41. §. A teodolit vázlatos rajza. Jelölések	83
42. §. A teodolit vizsgálata és igazítása	83
43. §. A teodolit felállítása	87
44. §. A teodolittal való szögmérés fontosabb állandó és szabályos hibái	88
45. §. Az irányérték	92
46. §. A vízszintes szögmérés végrehajtása	93

IV. RÉSZ.

A VÍZSZINTES MÉRÉS MÓDSZEREI.

I. FEJEZET.

A VÍZSZINTES MÉRÉS ALAPELVE ÉS FELOSZTÁSA.

47. §. A vízszintes mérés alapelve	95
48. §. A vízszintes mérés felosztása	98

49. §. Az alappont-meghatározás módszerei	98
---	----

II. FEJEZET.

A HÁROMSZÖGELEÉS (TRIANGULÁCIÓ).

50. §. A háromszögeleés alapelve és lényege	99
51. §. Az alapvonal és az alapvonalfejlesztő hálózat	100
52. §. A háromszöghálózat számítása	100

III. FEJEZET.

A PONTKAPCSOLÁSOK.

53. §. A pontkapcsolások osztályozása	103
54. §. Az előmetszés	103
55. §. Az oldalmetszés	103
56. §. A háromszögmérés, vagy kis háromszögeleés	104
57. §. A hátrametszés	104

IV. FEJEZET.

A SOKSZÖGELEÉS.

58. §. A sokszögeleés alapelve	108
59. §. A nyílt sokszög vonal esetei és számítása	109
60. §. A zárt sokszög vonal	117

V. FEJEZET.

RÉSZLET-PONTOK MEGHATÁROZÁSA.

61. §. A részletfelvétel alapelve	118
62. §. A részletfelvételi eljárások osztályozása	119

VI. FEJEZET.

DERÉKSZÖGŰ KOORDINÁTA-MÉRÉS.

63. §. A derékszögű koordináta-mérés alapelve	119
64. §. A derékszögű koordináta-mérés végrehajtása külsőségeiben	120
65. §. koordináta-mérés végrehajtása belsőségeiben	122

VII. FEJEZET.

POLÁRIS KOORDINÁTA-MÉRÉS.

66. §. A poláris koordináta-mérés alapelve és végrehajtása	123
--	-----

VIII. FEJEZET.

ELŐMETSZÉS.

67. §. Az előmetszés alapelve és végrehajtása ... 124

IX. FEJEZET.

A TAHIMÉTRIA.

68. §. A tahimétria alapelve ... 124
 69. §. Távmérés optikai úton. Állandó száltávolságú irányzás távmérő ... 125
 70. §. A tahiméter és a tahiméteres lécs ... 129
 71. §. A tahiméterrel való felvétel leírása ... 131

X. FEJEZET.

A MÉRŐASZTAL-FELVÉTEL.

72. §. A mérőasztal-felvétel műszerei ... 133
 73. §. A mérőasztal felállítása ... 135
 74. §. A mérőasztal-felvétel módszerei ... 136
 75. §. A mérőasztal-felvétel végrehajtása ... 137

XI. FEJEZET.

A FOTOGRAMMÉTRIA.

76. §. A fotogrammétria alapelve ... 138
 77. §. A fotogrammétria műszere ... 139
 78. §. A fotogramméterrel való mérés ... 140
 79. §. Térképkészítés fotogramméteres térkép alapján ... 141

XII. FEJEZET.

KISEBB FELVÉTELEK.

80. §. A kisebb felvételek alapelvei és módszerei ... 143

XIII. FEJEZET.

TERÜLETEK OSZTÁSA.

81. §. A területosztás alapelve ... 147
 82. §. A területosztás alapfeladatai ... 148
 83. §. Példák az alapfeladatok alkalmazására ... 151

V. RÉSZ.

A MAGASSÁGMÉRÉS.

I. FEJEZET.

A MAGASSÁGMÉRÉS MÓDSZEREINEK OSZTÁLYOZÁSA.

84. §. A magasság fogalma. A magasságmérés módszerei ... 153

II. FEJEZET.

A SZINTEZÉS, VAGY NIVELLÁLÁS.

85. §. A szintezés alapelve ... 154
 86. §. A szintező műszer szerkezete ... 158
 87. §. A szintező műszerek osztályozása ... 159
 88. §. A szintező műszer felállítása ... 160
 89. §. A szintező műszerek vizsgálata ... 161
 90. §. A szintezés főszabályai ... 164
 91. §. A szintező lécs ... 165
 92. §. A szintezés alappontjainak megjelölése ... 166
 93. §. A szintezés végrehajtása ... 168
 94. §. Kezdetlegesebb szintező műszerek és módszerek ... 171

III. FEJEZET.

TRIGONOMETRIAI MAGASSÁGMÉRÉS.

95. §. A trigonometriai magasságmérés alapelve és képletei ... 175
 96. §. Épületmagasságok mérése. Közelítő mérések ... 177

IV. FEJEZET.

A BAROMÉTERES MAGASSÁGMÉRÉS.

97. §. A barométeres magasságmérés alapelve. Az aneroid szerkezete ... 179

V. FEJEZET.

RÉTEGVONALAS TÉRKÉPEK (RÉTEGTERVEK) KÉSZÍTÉSE.

98. §. A magassági viszonyok ábrázolása térképen ... 180
 99. §. Rétegterv készítése tahiméterrel ... 181
 100. §. Rétegterv készítése szintező műszerrel ... 184
 Tartalomjegyzék ... 186
 Név- és tárgymutató ... 189

Név- és tárgymutató.

A (Á)

Abszolút magasság 153.
 Alapniveau 153.
 Alappont 95.
 Alapponthálózat 95.
 Alappont-meghatározás 98.
 Alappont megjelölése 166.
 Alappont-szintezés 168.
 Alappontokhoz csatlakozó sokszögelés 111.
 Alapvonal 97, 100.
 Alapvonal-fejlesztő hálózat 100.
 Alhidádé 72, 158.
 Alhidádé-libella 82, 159.
 Alhidádé-tengely 73.
 Alhidádé-tengely külpontossága 90.
 Állandó hibák 89.
 Állandó száltávolságú irányzásas távmérő 125.
 Állvány 74.
 Állvány elcsavarodása 91.
 Alsó geodézia 1.
 Amfidioptra 52.
 Analitikus szögmérték 7.
 Anallitikus távmérő 129.
 Aneroid 179.
 Aneroid hibái 180.
 Asztronómiai távcső 27.
 Átlómérés 144.
 Átlóskontroll 121.
 Átszelő vonalakkal való felvétel 147.
 Axiális fék 79.

B

Babinet 179.
 Bamberg 70.
 Barométeres magasságmérés 179.
 Bauenfeind-féle kettős szögprizma 64.
 Bázis 97, 100.
 Bázis fejlesztő hálózat 100.
 Beállítás 49.
 Bécsi méretarány 138.
 Bécsi öl 6.
 Becslés 35.
 Becslő mikroszkóp 42.
 Beintés 49.
 Beosztásos mikroszkóp 43.
 Birtokállapot felvétel 125, 145.
 Bodola-féle kettős szögprizma 65.
 Buborék 11.

C

Coutureau-féle kettős szögtükör 64.
 Csonkaleolvasás 35.
 Csöves libella 10.

D

Dendrométer 178, 179.
 Derékszög kitűzése 54, 59.
 Derékszög kitűzése városokban 123.
 Derékszögű koordináta-mérés 119, 145.
 Detailpont 95.
 Dioptra 52.
 Dioptrás szintező műszer 171.
 Dispersió 62.
 Dob-index 44.

E (É)

Egyenesbe állás 63.
 Egyenesek kitűzése 49.
 Egyenes-kitűzés erdőn át 51.
 Egyértelmű noniusz 37.
 Egyszerű távcső 27.
 Egyszerű teodolit 79.
 Ellenkező értelmű noniusz 37.
 Előmetszés 97, 103, 124, 146.
 Előmetszés mérőasztallal 136.
 Előre leolvasás 157.
 Épületmagasság mérése 177.
 Esővonalak 182.
 Etalon 5.

F

Fali csap 166.
 Fali tárcsa 166.
 Fekvő tengely igazítása 87.
 Fekvő tengely igazító csavarjai 81.
 Fekvő tengely merőlegességi hibája 90.
 Fekvő tengely vizsgálata 87.
 Felállítás hibája 91.
 Felső geodézia 1.
 Felvétel átszelő (tranzverzális) vonalakkal 147.
 Felvétel mérési vonalakkal 146.
 Fém-barométer 180.
 Fénykép gyújtótávolsága 143.
 Figuráns 49.
 Fokrendszerű szögmérték 8.
 Fotogramméter 139.
 Fotogrammetria 138.

Fototeodolit 139.
 Főalappont-hálózat 97.
 Főcső 32.
 Főirányok 21.
 Főláncolatok 99.
 Földi távcső 28.
 Függő 2, 67.
 Függőleges irányú merőlegességi hibája 89.
 Függőleges léctartás 126.
 Függőleges tengely és tehermentesítése 77.
 Függővonal 2.

G (Gy)

Geodézia fogalma 1.
 Geodéziai távcső 28, 81.
 Gradus 8.
 Grafikus részletfelvétel 119.
 Gyűrűpár, karókapcsoló 48.

H

Hajlásmérő 67, 68.
 Háromszögelés 97, 98, 99.
 Háromszöghálózat 99.
 Háromszöghálózat számítása 100.
 Háromszögmérés 104, 144.
 Háromszög osztása 148.
 Hátra leolvasás 157.
 Hátrametszés 98, 104.
 Hátrametszés geometriai megoldása 107.
 Hátrametszés mérőasztallal 137.
 Hátrametszés számítása 105.
 Házilag előállítható szintező-műszer 174.
 Helymeghatározás 1.
 Hibák kiküszöbölése 89.
 Hosszmérés 66.
 Hosszszelvény-szintezés 157, 169.
 Hossz-záróhiba 113.
 Huyghens-okuláris 30.
 Húzócsavar 80.

I

Index 34.
 Index-hiba 176, 180.
 Index-libella 130, 176.
 Ingás szintező-műszer 172.
 Interpolálás 183.
 Irányegyenese 140.
 Irányérték 92.
 Iránymérés 94.
 Iránysík 29.
 Irányszál 28, 140.
 Irányszálas távmérők 125.
 Irányszög 101.
 Irányvonal 30, 140.
 Irányító csavarok 79.

Irányzás 28.
 Ismétlő teodolit 79.
 Izohypsa 181.
 Izolált felvételek 144.

J

Jadanza 133.
 Jelzőkaró 47.
 Jordan W. 133.

K

Karóállító libella 48.
 Karókapcsoló gyűrűpár 48.
 Kataszteri hold 7.
 Keresztbenállás 16.
 Keresztzelvény-szintezés 171.
 Kerületi fék 79.
 Kettős szögprizmák 64, 65.
 Kettős szögtükrök 63.
 Kettős tökrözés 56.
 Kettősen tájékozott sokszög vonal 113.
 Kezdetleges szintező műszerek 171.
 Kezdő pontpár 101.
 Kézi szintező műszer 172.
 Kis háromszögelés 104.
 Kisebb felvételek 143.
 Kollimáció hiba 85, 90.
 Komparálás 69.
 Komparátorpad 70.
 Koordinátamérés szögtükörrel 122.
 Kottált projekció 181.
 Kötőcsavarok 79.
 Kötőpont 157.
 Kötött libella 11.
 Közelítő magasságmérés 177, 179.
 Középtengerszín 3, 153.
 Közlekedő csöves szintező műszer 174.
 Kvarcszál 31.

L

Leolvasó berendezések 34.
 Leolvasó mikroszkópok 41.
 Lépcsőmérés 172.
 Lépcsőzetes mérés 67.
 Libella 10, 82.
 Libella állandója, érzékenysége 13, 25.
 Libella átfektetése 19.
 Libella átforgatása 17.
 Libella billentése 16.
 Libella forgatása 15.
 Libella igazítása 23.
 Libella igazító csavarjai 11.
 Libella-mérleg 25.
 Libella normális pontja 14.
 Libella tengelye 13.
 Limbusz 73.

M

Magasság fogalma 153.
 Magasság különbség 153.
 Magasságmérés 3, 153.
 Magasságmérés közelítően 177, 179.
 Magassági alappont és megjelölése 166.
 Magassági kör 82, 176.
 Magassági szög 175.
 Mérési vonalakkal való felvétel 146.
 Mérőasztal 133.
 Mérőasztal felállítása 135.
 Mérőasztal-felvétel 133.
 Mérőléc 66.
 Mérőlécek komparálása 70.
 Mérőrúd 67.
 Mérőszalag 68.
 Mérőszalag komparálása 71.
 Mértékegység 5.
 Méterrendszer 5.
 Mezei mérés 120.
 Mikrométer-skála 43.
 Mikrométercsavaros mikroszkóp 43.
 Mikroszkópok 41.
 Mollenkopf-féle szelencés libella 24.
 Mozgószálas mikroszkóp 43.
 Műszermagasság 131.
 Műszertalp 72, 76, 158.

N

Négyzethálózat 184.
 Niveau-felület 2.
 Niveau-vonal 181.
 Nivellálás 154.
 Noniusz 36.
 Noniusz érzékenysége, leolvasó képessége 37.
 Noniusz típusok 40.
 Normálék 70.
 Normálméter 70.
 Normális léctartás 126.
 Numerikus részletfelvétel 119.
 Nyílt sokszög vonal 109.

O

Objektív 27.
 Oda-vissza szintezés 165.
 Okuláris 27.
 Oldalkontroll 121.
 Oldalmetszés 103.
 Oldalmetszés mérőasztallal 137.
 Orthogonális koordináta-mérés 119, 145.
 Osztóvonal 147.

Ö

Önálló sokszögelés 109.
 Összekötő csavar 74.

P

Parallaxis 29.
 Parallaxis csavarja 32.
 Pars 13.
 Periferiális fék 79.
 Pointírozás 141.
 Poláris koordináta felvétel mérőasztallal 137.
 Poláris koordináta-mérés 123, 146.
 Polygonálás 98, 108.
 Polygonoldal 109.
 Polygonvonal 108.
 Pontjelölés 47.
 Pontkapcsolások 98, 103.
 Pontra állítás 88.
 Profil 157.

R

Ramsden okuláris 30.
 Redukáló tahiméterek 133.
 Refrakció 175.
 Reiteráló teodolit 79.
 Relatív magasság 153.
 Repetáló teodolit 79.
 Részletfelvétel 118.
 Részletpont 95.
 Részletpontok meghatározása 118.
 Rétegterv 180.
 Rétegterv-készítés szintező műszerrel 184.
 Rétegterv-készítés tahiméterrel 181.
 Rétegvonal 181.
 Rétegvonalas térkép 180.
 Rugós barométer 180.

S

Segédalapvonalal való mérés 121.
 Segédkaró 49.
 Skála 34.
 Sokszögelés 98, 108.
 Sokszögelés koordináta-méréssel 145.
 Sokszögelés mérőasztallal 137.
 Sokszögoldal 109.
 Sokszög osztása 151.
 Sokszög vonal 108.
 Sokszög vonal számítása 109.
 Stativa 74.

Sz

Szabad libella 11.
 Szabályos hibák 89.
 Szabálytalan hibák 89.
 Szálcso 32.
 Szálkereszt 29, 31.
 Szálkereszt igazító csavarjai 31.
 Szálkereszt központosítása 163.

Számozott vetület 181.
 Szelencés libella 10, 24, 166.
 Szelvénybeosztás 138.
 Szemcső 32.
 Szintezés 154.
 Szintezés főszabályai 164.
 Szintezés szögtükörrel és függővel 174.
 Szintezés több műszer-állással 157.
 Szintezés végrehajtása 168.
 Szintezési jegyzőkönyv 169, 170.
 Szintező csavar 155, 159.
 Szintező csavar normális állása 160.
 Szintező lécz 156, 165.
 Szintező libella 129, 155, 159.
 Szintező libella vizsgálata 162.
 Szintező műszer 155, 158.
 Szintező műszer felállítása 160.
 Szintező műszerek, kezdetlegesek 171.
 Szintező műszerek osztályozása 159.
 Szintező műszer vizsgálata 161.
 Szintező saru 165.
 Szorzó teodolit 79.
 Szögdioptra 52.
 Szögkitűzők 52.
 Szögmerés 94.
 Szögmerés hibaforrásai 88.
 Szögmerés kiegyenlítése 101, 115.
 Szögprizma 61.
 Szögtükör 56, 174.
 Szögtükör igazító csavarjai 59.
 Szögzáróhiba 100, 115.

T

Tahigrafometria 137.
 Tahiméter 129.
 Tahiméter felvétel számítása 132.
 Tahiméteres lécz 125, 131.
 Tahiméteres logaritmikus lécz 133.
 Tahiméteres sokszögvonallal 146.
 Tahiméteres táblázatok 133.
 Tahimetrálás 131.
 Tahimetria 124.
 Tájékoztató irány tahimetrálásnál 131.
 Tájékozott sokszögvonallal 111.
 Tárcsás lécz 171.
 Talpas libella 12.
 Talpcsavarok 21, 72, 158.
 Talppont keresés 54, 60.
 Távcso 27.
 Távcso-állások 82.
 Távcso igazítása 84.
 Távcso külpontossága 90.
 Távcso nagyítása 28, 33, 81.
 Távcso vizsgálata 84.
 Távcsoves vonalzó 134.

Távmerés optikai úton 125.
 Távmérők 125.
 Távmérő állandói s meghatározásuk 127.
 Távmérő szájak 125.
 Telekfelvételek 145.
 Telkek osztása 147.
 Tengelyfék 79.
 Tengely függőlegességtétele 21.
 Tengely libella 12, 82.
 Tengelypont 171.
 Tengelyrendszerek 78.
 Tengely vízszintes tétele 22.
 Teodolit 71.
 Teodolit felállítása 87.
 Teodolit igazítása 83.
 Teodolit vázlatos rajza 83.
 Teodolit vizsgálata 83.
 Térkép 180.
 Területosztás 147.
 Terület-szintezés 171.
 Tiszta látás távolsága 28.
 Topográfiai felvétel 125.
 Topográfiai térkép 181.
 Törésszög 109.
 Tranzverzális vonalakkal való mérés 147.
 Trapéz osztása 149.
 Trianguláció 98, 99.
 Trigonometriai magasságmérés 175.
 Tulajdonképeni szögmerés 94.

Ü

Ütköző csap 164.

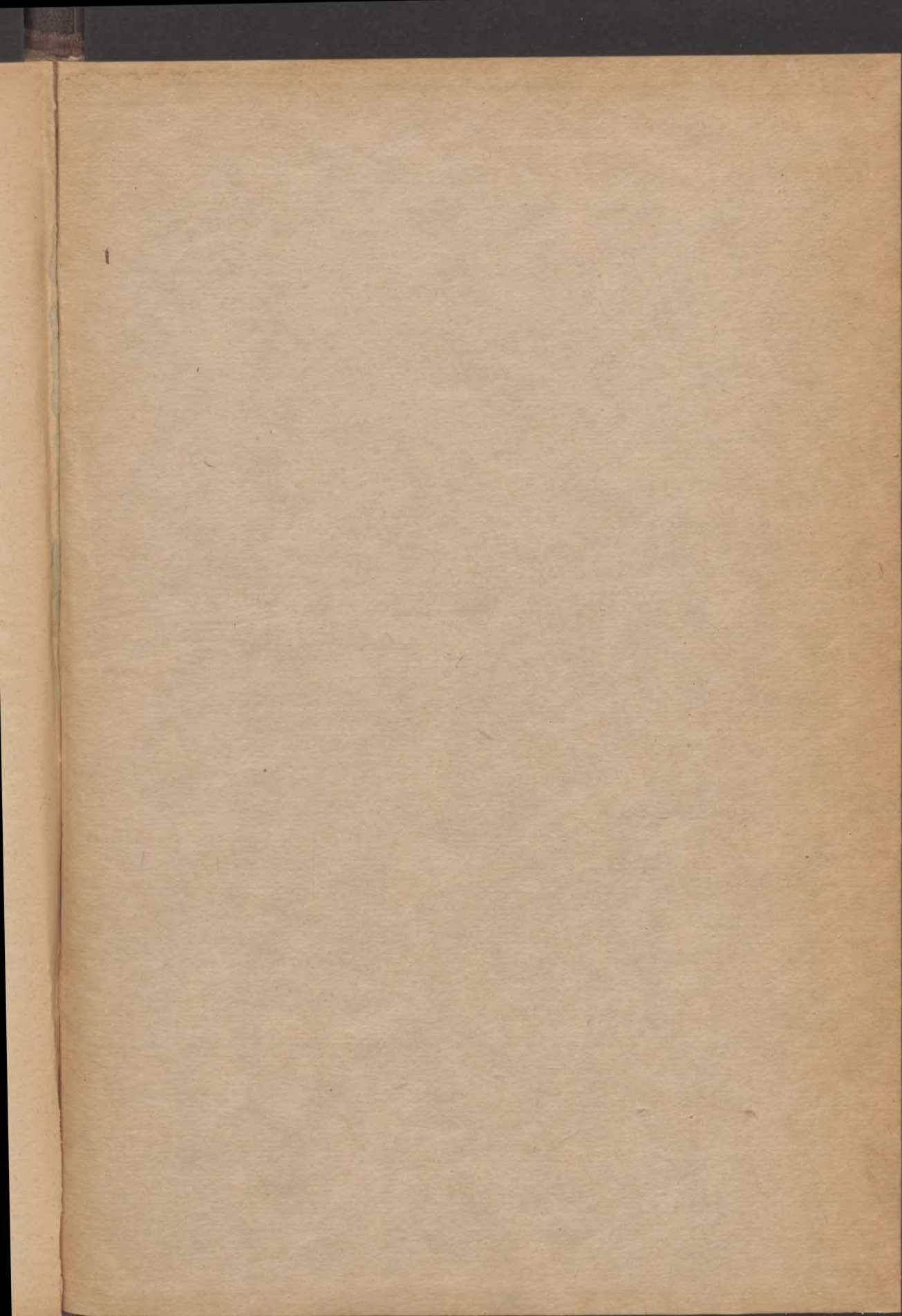
V

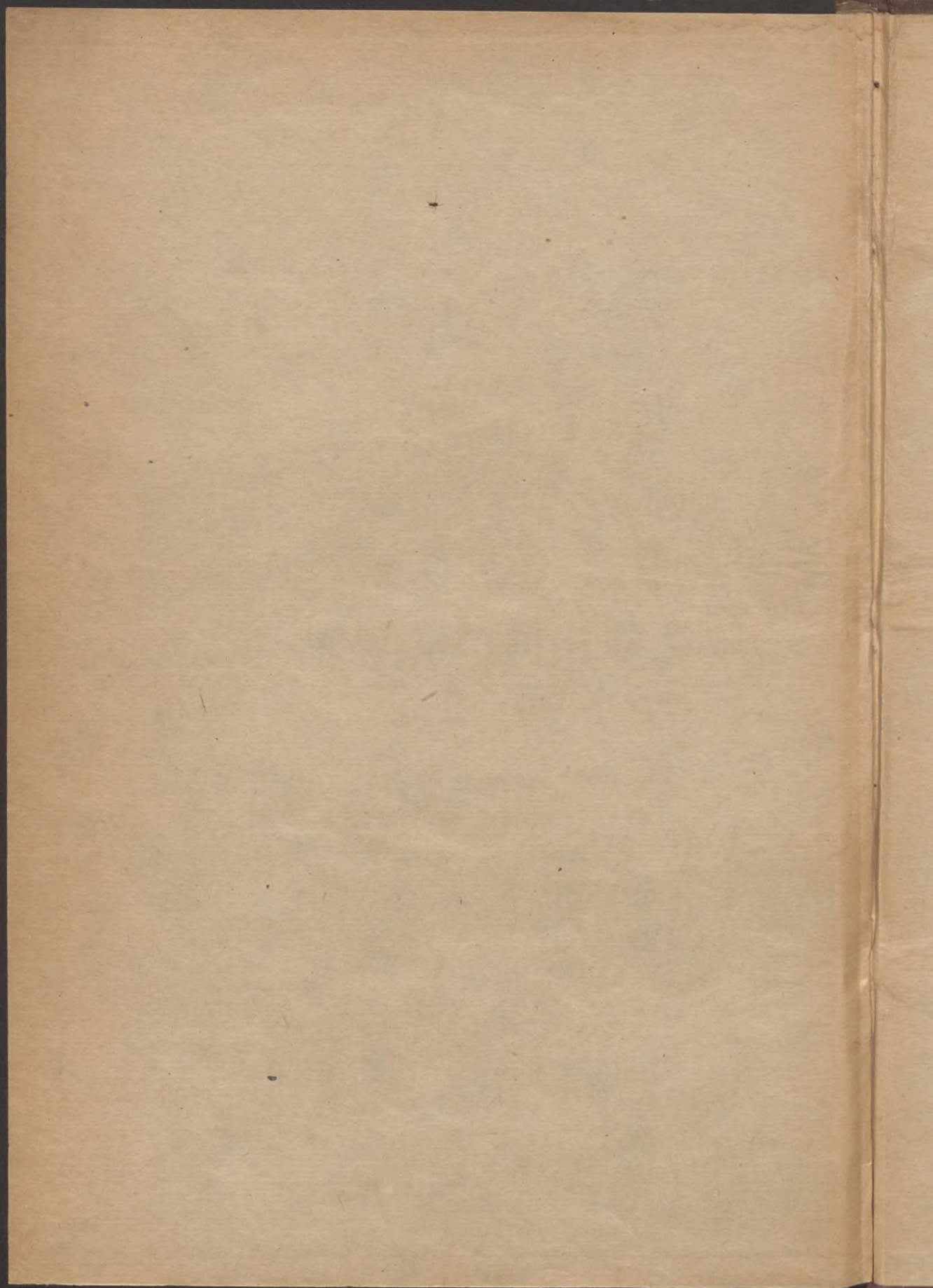
Változó hibák 89.
 Városmerés 96.
 Városi koordináta-mérés 122.
 Vázlatrajz 118.
 Veszélyes kör hátrametszésnél 107, 108.
 Veszélyes síkrészek előmetszésnél 103.
 Vetítési hiba 58.
 Vetítő bot 67.
 Villás vetítő 135.
 Vízszintes mérés 3, 95.
 Vízszintes sík 2.
 Vízszintes szögmerés 93.
 Vízszintes távolság 66.
 Vízszintes tengely 74.
 Vízszintes tengely igazító csavarjai 81.

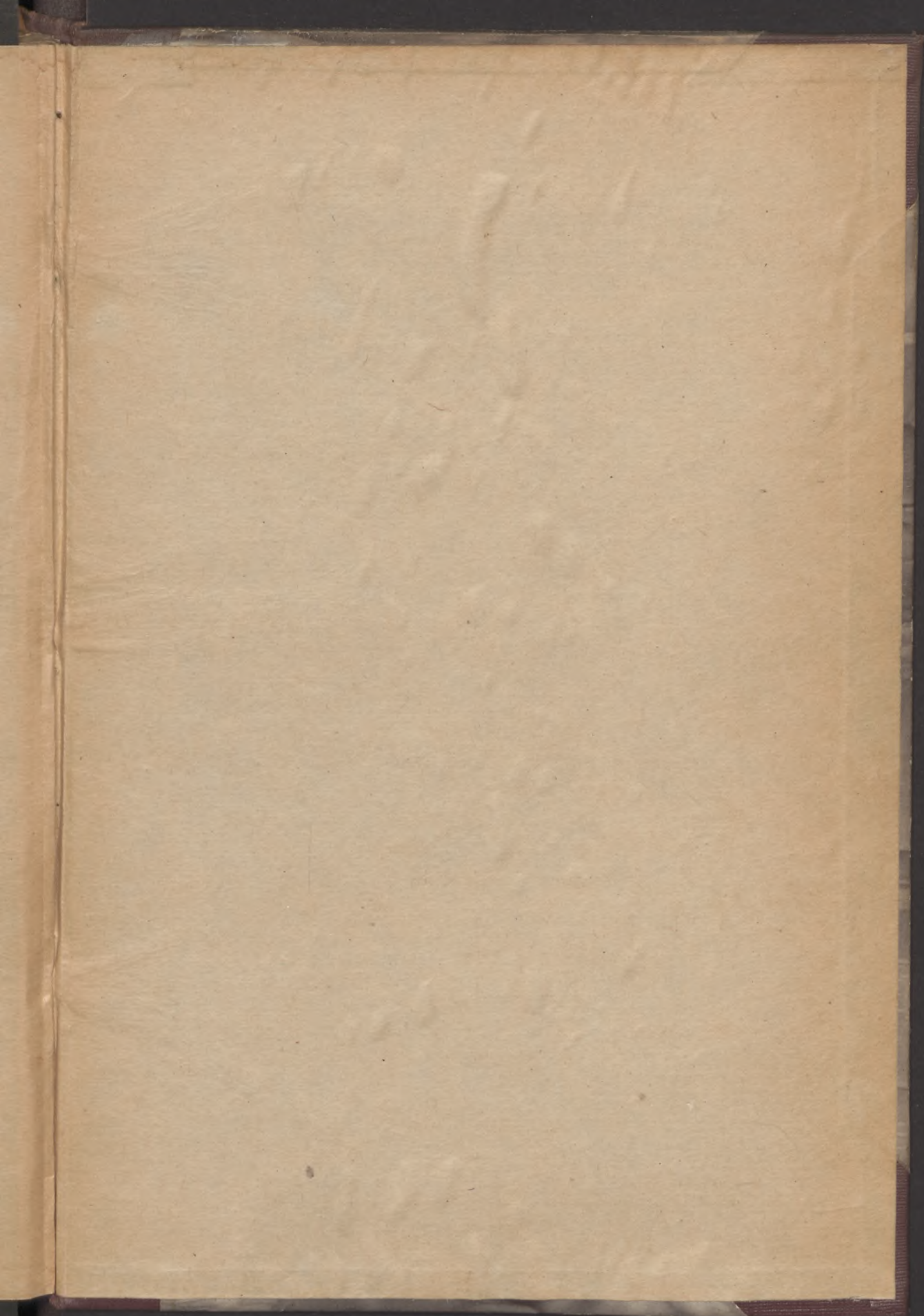
Z

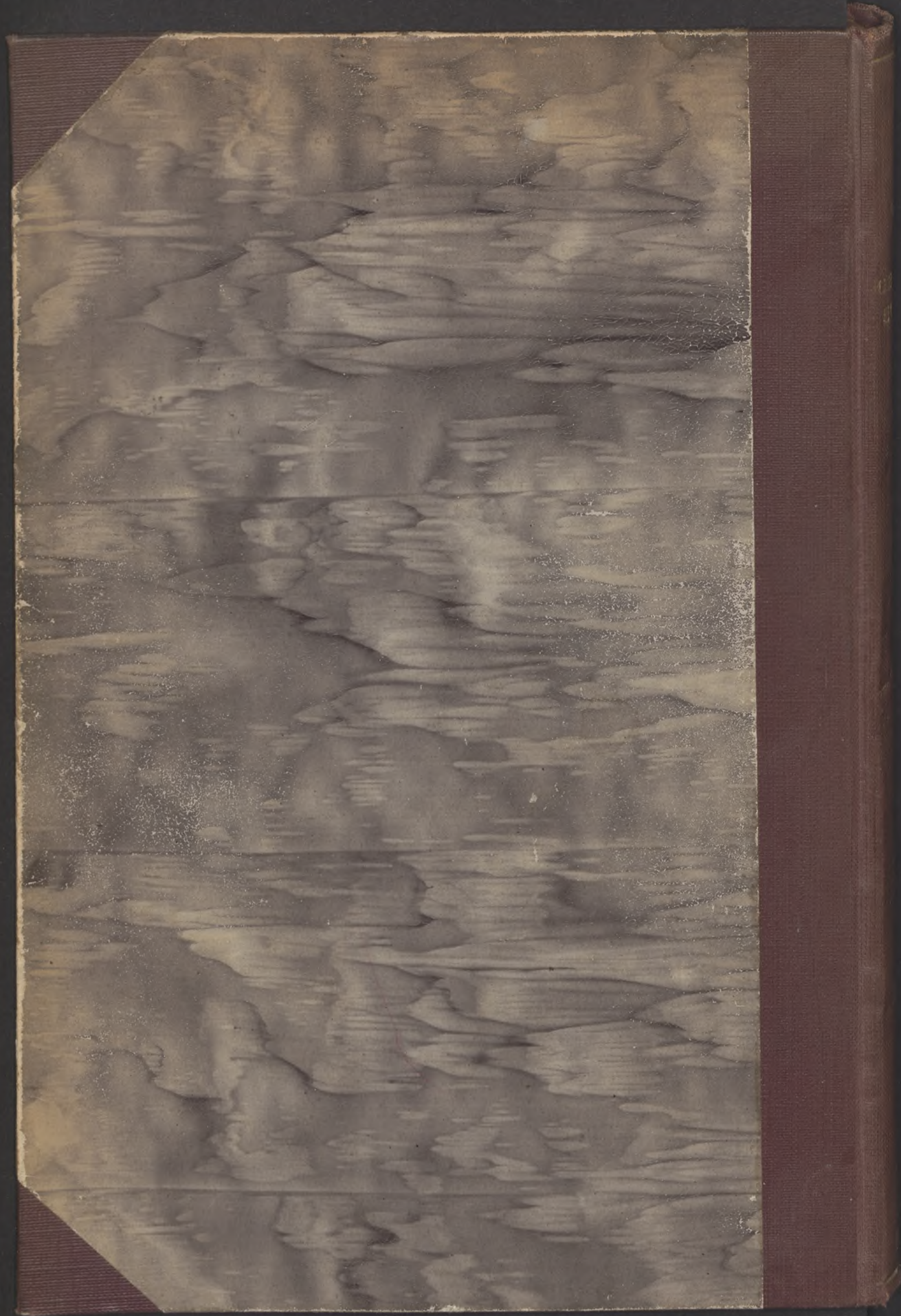
Zárt sokszögvonallal 109, 117.











Oltay
A
GEODÉZIA
ELEMEN

N.M.