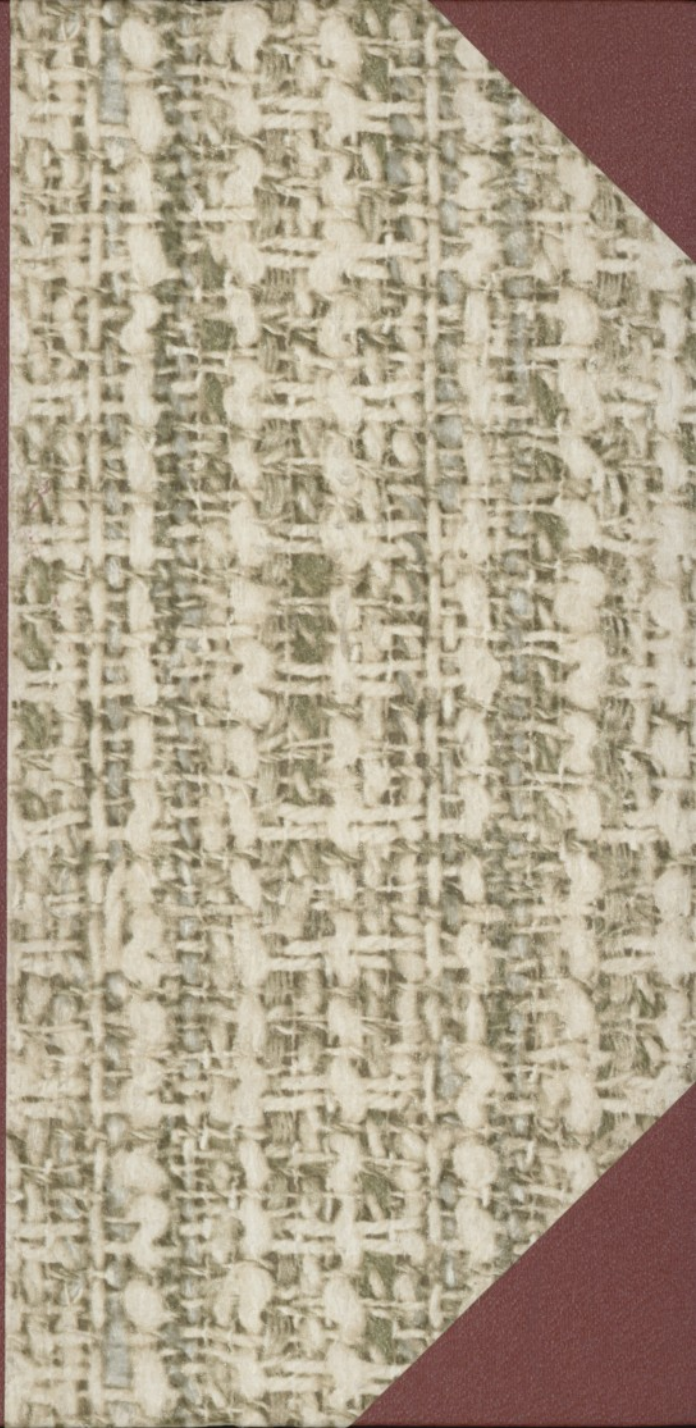


GYAKORLATI TALAJVÉDELEM

2555

1000-2000





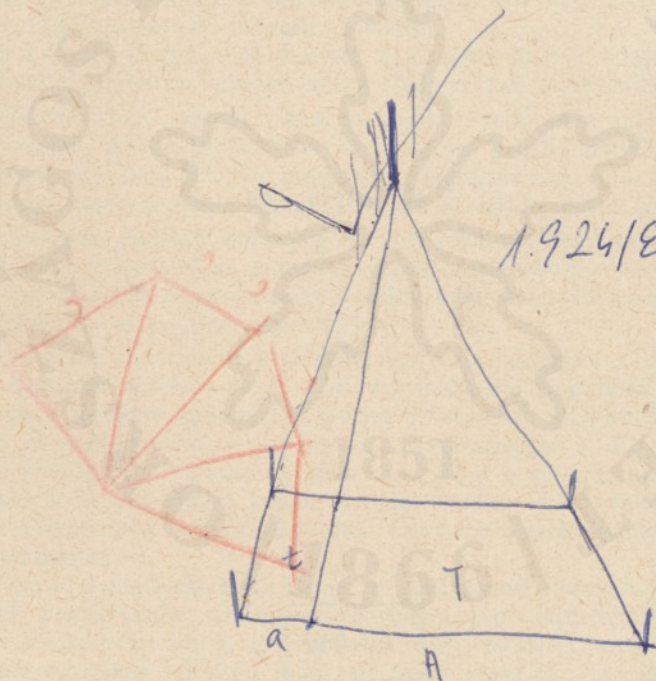


ERDÉSZETI FÖLDMÉRÉSTAN

HATODIK, ÁTDOLGOZOTT KIADÁS

37. 08. 10.
145

1.924/Er/296



MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ
BUDAPEST 1964

Ez a könyv
GÁL ISTVÁN
munkája

Lektorálta
BELICZAY ISTVÁN
és
LENGYEL ANDOR

© Gál István, 1964

E-048

SZERKESZTI A FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM
SZAKOKTATÁSI ÉS KÍSÉRLETÜGYI FŐIGAZGATÓSÁGA

A FÖLDMÉRÉSTAN FOGALMA, FELADATA, JELENTŐSÉGE

A mindennapi szükséglet vagy csupán a tudásszomj már régóta olyan művelet elvégzésére kényszeríti az embert, amikor egy ismert és egy ismeretlen mennyiség egymáshoz való viszonyát kell megállapítani. Ez az emberrel szinte egyidős művelet: *a mérés*.

Ha a mérés tárgyát a földterület természetes képződményei és mesterséges létesítményei képezik, akkor földmérésről beszélünk.

A földmérés — görög szóval geodézia — tehát az a műszaki tudomány, amely a föld felületén levő természetes képződmények (mint pl. a hegyek, a folyók stb.) és mesterséges létesítmények (utak, épületek, gazdasági határvonalak stb.) felmérésével és térképezésével foglalkozik.

Az erdészeti földmérés pedig — mint a földmérés tan egyik területileg elkülönült része — az erdőgazdaságok kötelékébe tartozó természetes képződmények és mesterséges létesítmények felmérésével és térképezésével kapcsolatos ismereteket tárgyalja.

Az üzemterv szerinti erdőgazdálkodás alapszükséglete a mérés által megállapítható terület ismerete. Minden fahasználati, minden erdőszítési tervezés a területre épül fel. A terület ismeretében állapítható meg — egyéb tényezők mellett — a pénz- és anyagszükséglet is. Egyszerű esettől eltekintve — amikor a mért adatokból a síkmértanban tanult valamelyik területszámító képlet alapján számítható a terület — általában területadatot csak az elkészített térképen végzett területszámítással nyerhetünk.

Belterjes gazdálkodáshoz, ahová az elvégzendő munkálatok lehető legjobb megtervezése szükséges, elengedhetetlen alapfeltétel, hogy az erdősz tökéletesen ismerje a kezelésére bízott területet, annak minden részletét bármikor könnyen maga elé tudja képzelni. Az erdő pontosabb megismeréséhez nyújt hathatós segítséget a térkép.

Ha valaki hosszabb ideig dolgozik ugyanazon a területen, természetes, hogy azt maga elé tudja képzelni összes fontosabb terepvonalával. Végeredményben képet, térképet alkot területéről.

Amennyiben pedig térképünk is van a területről, úgy csak a térkép

vonalakat kell azonosítanunk a természetben meglevőkkel. Ennek megtörténte után a térkép fekete vonalai közé már könnyen oda tudjuk képzelni a megfelelő területrészen álló állományt, magunk elé tudjuk képzelni az egész területet. Így bárminemű, az erdővel kapcsolatos tervezést — még nagyobb területi viszonylatban is — kellő alapossággal végezhetünk el.

A térkép elősegíti a terepen való tájékozódást is.

Így lesz segítőtársa tehát mind a kezdő, mind pedig a gyakorlott, idős szakembernek az erdőről készített térkép.

Ezért nagy jelentőségű a földmérésben az erdészeti tudományok sorában, és ezért indokolt a mérési és térképezési ismeretek elsajátítása minden leendő erdésztechnikus számára.

VÍZSZINTES SÍKBELI MÉRÉS

A MÉRÉS FOGALMA

A földmérés tárgyat képező természetes képződmények és mesterséges létesítmények a rajtuk levő jellemző pontok egymáshoz viszonyított helyzete alapján válnak határozottakká. Pl. egy csemetekertet határvonalának összes töréspontja, az összes töréspont egymástól való távolsága, a töréspontok által meghatározott összes határvonalszakaszok egymással bezárt szöge határozza meg egyértelműen.

Mérés alkalmával tehát vonalak és pontok helyét, egymáshoz való viszonyukat kell meghatároznunk. E célból egy ismert mennyiség viszonyát állapítjuk meg az ismeretlenhez az összehasonlítás során. Az ismert mennyiséget nevezzük mértékegységnek. Amikor tehát mérünk, azt döntjük el, hogy hányszor van meg a mértékegység az ismeretlen mennyiségben.

Ismeretlen távolságok meghatározására a hossz-, ismeretlen szögek mérésére pedig a szögmértékegységek alkalmasak.

A mértékegységek

Hosszmértékegységek. A bécsi öl és a méter

Hazánkban 1874-ig — mint a világon több helyen — az emberi test egy-egy részének a hosszát vették mértékegységül. Azt a hosszt, amelyet egy jól megtermett ember vízszintesen kiterjesztett karokkal át tud érni, *bécsi ölnek* nevezzük (jele: 1°). Egy bécsi öl 6 részre oszlik, és egy ilyen $1/6$ öl neve: láb (jele: $1'$). Minden láb 12 hüvelyk (jele: $1''$).

A bécsi öl egyes részei között tehát a következő összefüggés áll fenn:

$$1^\circ = 6' \text{ és } 1' = 12'', \text{ tehát } 1^\circ = 6 \cdot 12 = 72''$$

$$1'' = \frac{1'}{12} = \frac{1^\circ}{72}$$

Az 1874-ben hozott törvény a bécsi öl mellett új mértékegység hasz-

nálátát rendelte el. Ez az új mértékegység Földünk egyenlítőjének majdnem pontosan 40 milliommód része, a neve: *méter*.

E hosszt — Párizs mellett — platina-irídium ötvözetéből készült normálméterre karcolva őrzik. A méterrendszert elfogadó országok a normálméterről hivatalos másolatot készítettek. A hosszúság mérésére alkalmas eszközök hazai gyártásának, hitelesítésének ez az alapja.

A méter a tizes rendszer szerint oszlik fel törtrészekre, és többszörösei is a tizes rendszer alapján állanak.

A méter törtrészei:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ m (méter)} = 10 \text{ dm (deciméter)} & 1 \text{ dm} = 10 \text{ cm} \\ 1 \text{ m (méter)} = 100 \text{ cm (centiméter)} & 1 \text{ dm} = 100 \text{ mm} \\ 1 \text{ m (méter)} = 1000 \text{ mm (milliméter)} & 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm} \end{array}$$

$$\text{Tehát: } 1 \text{ mm} = \frac{1}{1000} \text{ m} = \frac{1}{100} \text{ dm} = \frac{1}{10} \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = \frac{1}{100} \text{ m} = \frac{1}{10} \text{ dm} \quad 1 \text{ dm} = \frac{1}{10} \text{ m}$$

Az egymás után következő mértékegységek között 10 a váltószám, vagyis tízszerese, illetve tizedrésze egyik a másiknak.

A méter többszörösei:

$$\begin{array}{ll} 100 \text{ m (méter)} = 1 \text{ hm (hektométer)} & \\ 1000 \text{ „ „} = 1 \text{ km (kilométer)} & 1 \text{ km} = 10 \text{ hm} \\ 10000 \text{ „ „} = 1 \text{ Mm (miriaméter)} & 1 \text{ Mm} = 10 \text{ km} \end{array}$$

Természetesen meg lehetett állapítani a bécsi öl és a méter, illetve ezek törtrészei közötti összefüggést is.

Ezek:

$$\begin{array}{ll} 1^\circ = 1,896 \text{ m} & 1 \text{ m} = 0,527^\circ \\ 1'' = 2,634 \text{ cm} & 1 \text{ cm} = 0,380'' \end{array}$$

Ezek az összefüggések lehetővé teszik az egyik mértékegységben kifejezett méret átszámítását, kifejezését a másik mértékegységben. Nézzünk egypár példát az átszámítás tényezőinek a használatára.

1. példa $52,12^\circ = ? \text{ m}$

A feladatot kétféleképpen is megoldhatjuk, mivel az öl és a méter között két átszámító tényezőt ismerünk.

$$a) 1^\circ = 1,896 \text{ m, akkor } 52,12^\circ = 52,12 \cdot 1,896 \text{ m}$$

$$\begin{array}{r} 1,896 \cdot 52,12 \\ 9480 \\ 3792 \\ 1896 \\ 3792 \\ \hline 98,81952 \end{array}$$

A számítás elvégzése után felvetődik az a kérdés, hogy a végeredményből hány tizedesre van szükségünk. Erre nézve — ha az elérendő pontosság nincs külön megadva — a következőket jegyezzük meg. A hosszak mérésére szolgáló mérőszalagokon az ölnek és a méternek többnyire a tizedrésze van csak feltüntetve. Ilyen esetben a mérőszalagokról a hosszértékegység századrészeit becsülve végzünk leolvasásokat. A méreteket két tizedes pontossággal jegyzőkönyvezzük. Ennek figyelembevételével az előbbi példa végeredménye tehát:

$$52,12^\circ = 98,82 \text{ m}$$

Az elmaradó tizedesekből igazítást nézünk.

Természetesen lehetséges annak a figyelembevételével is képezni a végeredményt, hogy a számítandó mértékegységnek hányadrészt ismerjük. A mi példánkban ennek megfelelően a végeredmény 98,820 m lenne, mivel a méternek az ezredrésze — a milliméter — ismeretes. A jelen végeredményt a szorzat negyedik tizedeséből vett igazítás után kaptuk.

Ezek után nézzük a másik megoldást:

b) Ha tudjuk, hogy minden $0,527^\circ = 1 \text{ m}$, akkor

$$52,12^\circ = 52,12 : 0,527 \text{ m lesz.}$$

$$\begin{array}{r} 52120 : 527 = 98,899 \\ 4690 \\ 4740 \\ 5240 \\ 4970 \\ 227 \end{array}$$

A két tizedes pontosság alapján a végeredmény tehát:

$$52,12^\circ = 98,90 \text{ m}$$

Csak három tizedesig osztottunk, mivel a végeredményt két tizedessel mutatjuk ki. A harmadik tizedesből igazítást néztünk, illetve itt vettünk.

A kétféle számítás végeredménye pontosan azért nem egyezik, mert az átszámítási tényezőket csak három tizedes értékkel vontuk be a számításba, holott azok teljes értéke jóval több tizedes. Az elhagyott tizedesek nélküli számítások végeredményei természetesen nem egyezhettek.

$$2. \text{ példa} \quad 47,24 \text{ m} = ?^\circ$$

Ismét két megoldási lehetőség!

a) Ha $1 \text{ m} = 0,527^\circ$, akkor

$$47,24 \text{ m} = 47,24 \cdot 0,527^\circ = 24,90^\circ$$

$$\begin{array}{r} 47,24 \cdot 0,527 \\ 23620 \\ 9448 \\ 33068 \\ \hline 24,89548 \end{array}$$

b) Ha minden $1,896 \text{ m} = 1^\circ$,

$$\text{akkor } 47,24 \text{ m} = 47,24 : 1,896 = 24,92^\circ$$

$$\begin{array}{r} 47240 : 1896 = 24,915 \\ 9320 \\ 17360 \\ 2960 \\ 10640 \\ 1160 \end{array}$$

Az eddig végzett számítások is meggyőzhetnek arról, hogy az ilyen átszámításoknál azt a tényezőt a legcélszerűbb használni, amellyel az egyszerűbb művelet — a szorzás — útján kell keresnünk az eredményt. A következő példákat ennek megfelelően már csak egyféleképpen számítsuk ki.

3. példa

$$32'' = ? \text{ cm}$$

A számítást a számítandó mértékegység ismert törtrészenek megfelelő pontosságig végezzük, illetve a végeredményt addig mutassuk ki.

$$1'' = 2,634 \text{ cm}, \text{ akkor } 32'' = 32 \cdot 2,634 \text{ cm} = 84,3 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{r} 2,634 \cdot 32 \\ 7902 \\ 5268 \\ \hline 84,288 \end{array}$$

4. példa

$$11,1 \text{ cm} = ?''$$

A pontossági követelmény mint előbb.

$$1 \text{ cm} = 0,380'', \text{ akkor } 11,1 \text{ cm} = 11,1 \cdot 0,380'' = 4''$$

$$\begin{array}{r} 0,380 \cdot 11,1 \\ 380 \\ 380 \\ \hline 4,2180 \end{array}$$

A területmérés mértékegységei. A négyszögöl és a négyzetméter

Öles hosszsmértékegység alkalmazása esetén a terület mértékegysége a négyzetöl vagy négyszögöl. Jele: $1 \square^\circ$.

Egy négyszögöl a területe annak a négyzetnek, amelynek oldalhossza 1° . Egy kataszteri holdnak nevezzük a 40° oldalhosszúságú négyzet területét. Egy kataszteri hold $40^\circ \cdot 40^\circ = 1600 \square^\circ$. Nálunk — különösen az Alföldön — ismert területmérési mértékegység az ún. magyar hold vagy kis hold, amely $1000\text{—}1400 \square^\circ$.

Méterben történő hosszmeréskor a területmérés egysége az 1 m oldalhosszúságú négyzet területe: az 1 m^2 .

A m^2 -nek törtrészei, illetve többszörösei is ismertek. Az egymás után következő mértékegységek között 100 a váltószám. A négyzetméter törtrészei a következők:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 &= 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2 \\ 1 \text{ dm}^2 &= 100 \text{ cm}^2 = 10\,000 \text{ mm}^2 \\ 1 \text{ cm}^2 &= 100 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{vagy: } 1 \text{ mm}^2 = \frac{1}{1\,000\,000} \text{ m}^2 = \frac{1}{10\,000} \text{ dm}^2 = \frac{1}{100} \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 = \frac{1}{10\,000} \text{ m}^2 \cdot \frac{1}{100} = \text{dm}^2$$

$$1 \text{ dm}^2 = \frac{1}{100} \text{ m}^2$$

A m^2 többszörösei:

10 m oldalhosszúságú négyzet területe $10 \cdot 10 = 100 \text{ m}^2$

Neve: 1 ár; $1 \text{ ár} = 100 \text{ m}^2$

100 m oldalhosszúságú négyzet területe $100 \cdot 100 = 10\,000 \text{ m}^2$

Neve: 1 hektár. Jele: 1 ha; $1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2$

1000 m oldalhosszúságú négyzet területe $1000 \cdot 1000 = 1\,000\,000 \text{ m}^2$

Neve: 1 négyzetkilométer. Jele: 1 km^2

$1 \text{ km}^2 = 1\,000\,000 \text{ m}^2$ vagyis $1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha} = 10\,000 \text{ ár}$

$1 \text{ ha} = 100 \text{ ár}$ vagy $1 \text{ ár} = \frac{1}{100} \text{ ha} = \frac{1}{10\,000} \text{ km}^2$

$1 \text{ ha} = \frac{1}{100} \text{ km}^2$

1. példa $32\,628 \square^\circ = ? \text{ kh}$

1 kh = 1600 $\square^\circ$, akkor $32\,628 \square^\circ = 32\,628 : 1600$

$$\begin{array}{r} 32628 : 1600 = 20,3925 \\ \underline{6280} \\ 14800 \\ \underline{4000} \\ 8000 \\ \underline{} \\ 0 \end{array}$$

tehát $32628 \square^\circ = 20,3925 \text{ kh}$, vagy ha az osztáskor csak az egész értékeket számolom, akkor a végeredmény: $32\,628 \square^\circ = 20 \text{ kh } 628 \square^\circ$

Az osztást még egy tizedessel tovább kellett volna végezni a kataszteri hold és a négyszögöl között fennálló összefüggés alapján, de itt a negyedik tizedesnél már maradék nélküli végeredményt kaptam.

2. példa $11 \text{ kh } 345 \square^\circ = ? \square^\circ$.

1 kh = 1600 $\square^\circ$ $11 \text{ kh} = 11 \cdot 1600 \square^\circ = 17\,600 \square^\circ$

$$\begin{array}{r} 1600 \cdot 11 \\ 1600 \\ \hline 17600 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 17\,600 \square^\circ \\ + 345 \square^\circ \\ \hline 17\,945 \square^\circ \end{array}$$

$11 \text{ kh } 345 \square^\circ$, tehát $17\,945 \square^\circ$

3. példa $648 \text{ m}^2 = ? \text{ ha}$

1 ha = 10 000 m^2 , akkor $648 \text{ m}^2 = 648 : 10\,000 = 0,0648 \text{ ha}$

4. példa $21,64 \text{ ha} = ? \text{ m}^2$

1 ha = 10 000 m^2 , akkor $21,64 \text{ ha} = 21,64 \cdot 10\,000 = 216\,400 \text{ m}^2$

Ismervén az öl és a méter közötti összefüggést meg lehetett állapítani az 1 négyszögölnök megfelelő m^2 és az 1 m^2 -nek megfelelő négyszögöl területét:

$$1 \square^\circ = 3,597 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 0,278 \square^\circ$$

valamint a kataszteri hold és a hektár közötti összefüggést:

$$1 \text{ kh} = 0,576 \text{ ha}$$

$$1 \text{ ha} = 1,738 \text{ kh}$$

Természetesen az itt közölt adatok kerekített értékek. Nézzünk ezek alkalmazására is egy pár példát. Csak azokat a tényezőket használjuk mindig, amelyekkel sorozva határozható meg a feladat.

5. példa $397 \square^\circ = ? \text{ m}^2$

$$397 \cdot 3,597$$

$$\begin{array}{r} 1191 \\ 1985 \\ 3573 \\ 2779 \\ \hline 1428,009 \end{array}$$

$$1 \square^\circ = 3,597 \text{ m}^2, \text{ akkor}$$

$$397 \square^\circ = 397 \cdot 3,597 \text{ m}^2$$

$$397 \square^\circ = 1428 \text{ m}^2$$

A földmérés gyakorlat a m^2 törtrészeivel nem számol, ezért a végeredményt kerek négyzetméterben fejeztük ki. Négyszögölt számolva — mivel annak tört részét nem is ismerjük — az átszámító tényezővel való szorzás után az első tizedesből igazítást nézve szintén kerek egész értéket képezzünk.

6. példa $122 \text{ m}^2 = ? \square^\circ$

$1 \text{ m}^2 = 0,278 \square^\circ$, akkor $122 \text{ m}^2 = 122 \cdot 0,278 \square^\circ$

$0,278 \cdot 122$

556

556

33,916

$122 \text{ m}^2 = 34 \square^\circ$

7. példa $80 \text{ kh} = ? \text{ ha}$

Hektárt számolva a pontosságot kétféleképpen képezhetjük. A földmérés a m^2 -t számolja, így az egyik esetben a végeredményt négy tizedessel mutatjuk ki. Az erdészeti földmérés az üzemterv részére csak árnyi pontossággal számol, így ilyen esetben csak két tizedest láthatunk a végeredménynél. Példánkban a végeredményt árnyi pontossággal mutatjuk ki.

$1 \text{ kh} = 0,576 \text{ ha}$, akkor $80 \text{ kh} = 80 \cdot 0,576 \text{ ha}$

$0,576 \cdot 80$

46,080

$80 \text{ kh} = 46,08 \text{ ha}$

8. példa $42,4242 \text{ ha} = ? \text{ kh}$

$1 \text{ ha} = 1,738 \text{ kh}$, akkor $42,4242 \text{ ha} = 42,4242 \cdot 1,738 \text{ kh}$

$42,4242 \cdot 1,738$

29 69694

1 272726

3393936

73,7332596

$42,4242 \text{ ha} = 73,7333 \text{ kh}$

Nézzük meg, hogy a $0,7333 \text{ kh}$ -nak mennyi $\square^\circ$ felel meg!

$1 \text{ kh} = 1600 \square^\circ$, akkor $0,7333 \text{ kh} = 0,7333 \cdot 1600 \square^\circ$

$0,7333 \cdot 1600$

1173,2800

$0,7333 \text{ kh}$ tehát $= 1173 \square^\circ$

Ha tehát az lett volna a kérdés, hogy $42,4242 \text{ ha} = ? \text{ kh} \text{ } ?\square^\circ$, akkor a helyes válasz: $42,4242 \text{ ha} = 73 \text{ kh } 1173 \square^\circ$.

Ha az átszámítandó terület kh - és $\square^\circ$ -ben, vagy hektárban és m^2 -ben van megadva, akkor a gyorsabb számítás végett célszerűbb az első esetben a $\square^\circ$ -t átalakítani kh -dá, a másik esetben a m^2 -t hektárrá.

9. példa $126 \text{ kh } 880 \square^\circ = ? \text{ ha}$

Előbb meghatározom a $880 \square^\circ$ -nek megfelelő kh értéket.

$1 \text{ kh} : 1600 \square^\circ = x \text{ kh} : 880 \square^\circ$

$x \text{ kh} = \frac{880}{1600}$

$= 0,55 \text{ kh}$

$880 : 1600 = 0,55$

8800

8000

és most már: $126,55 \text{ kh} = ? \text{ ha}$

1 kh = 0,576 ha, akkor 126,55 kh = 126,55 · 0,576 ha

$$\begin{array}{r} 126,55 \cdot 0,576 \\ 63275 \\ 88585 \\ 75930 \\ \hline 72,89280 \end{array} \quad 126,55 \text{ kh} = 72,8928 \text{ ha}$$

10. példa 12 ha 14 m² = ? kh

14 m² = 0,0014 ha, tehát akkor 12,0014 ha = ? kh

1 ha = 1,738 kh, akkor 12,0014 ha = 12,0014 · 1,738 kh

$$\begin{array}{r} 12,0014 \cdot 1,738 \\ 840098 \\ 360042 \\ 960112 \\ \hline 20,8584332 \end{array} \quad 12,0014 \text{ ha} = 20,8584 \text{ kh}$$

Befejezésül tekintsük még végig a hossz- és területmértékegységek hazai történetét.

1874-től 1928-ig a méréseket öllel és méterrel egyaránt végezhatték. 1928-tól kezdve hivatalos mérésre már csak a métert volt szabad használni, de a területeknél a hektárok és m²-ek mellett a holdak és négyszögek számát is ki kellett mutatni. 1948-tól kezdve mind hossz-, mind pedig területmérésre hivatalos méréskor csak a méterrendszert szabad használni.

A szögmérés mértékegységei

A szögek nagyságát a geodéziai gyakorlatban háromféleképpen fejezhetjük ki:

1. fokértékkal,
2. ívértékkal,
3. szögfüggvényekkel.

Szögmérés fokértékekkel

A teljes kört 360 részre felosztva kapjuk a fokokat (1°). Minden fok feloszlik további 60 részre; neve: perc, jele: 1'; és minden perc további 60 részre, neve: másodperc, jele: 1''. Tehát:

$$1^\circ = 60' \quad \text{vagy} \quad 1'' = \frac{1}{60}' = \frac{1}{3600}^\circ$$

$$1' = 60''$$

$$\text{így } 1^\circ = 3600''$$

$$1' = \frac{1}{60}^\circ$$

Feladatok a fokértékekkel kapcsolatban:

$$1. \text{ példa } 30,4^\circ = ?'' \quad 1^\circ = 3600'', \text{ akkor}$$

$$30,4^\circ = \frac{30,4 \cdot 3600}{1}$$

$$\frac{912}{182400}$$

$$109440,0$$

$$30,4^\circ = 109\,440''$$

$$2. \text{ példa } 82^\circ 16' 31'' = ?^\circ$$

A perceket és másodperceket kell átalakítanunk fokokká a következő össze-
függések alapján:

$$1' = \frac{1}{60}^\circ$$

$$1'' = \frac{1}{3600}^\circ$$

$$16' = 16 : 60 = 0,26\,666^\circ$$

$$\frac{160}{400}$$

$$\frac{400}{400}$$

$$\frac{400}{400}$$

$$\frac{400}{400}$$

$$\frac{400}{40}$$

$$\frac{40}{40}$$

$$31'' = 31 : 3600 = 0,00861^\circ$$

$$\frac{31000}{22000}$$

$$\frac{22000}{4000}$$

$$\frac{4000}{4000}$$

$$\frac{4000}{4000}$$

$$82^\circ \dots\dots\dots 82^\circ$$

$$16' \dots\dots\dots 0,2667^\circ$$

$$31'' \dots\dots\dots 0,0086^\circ$$

$$82^\circ 16' 31'' \dots\dots\dots 82,2753^\circ$$

$$3. \text{ példa } 0,3618^\circ = ?' ?''$$

Először a megadott fokértékeket átalakítjuk perceké:

$$1^\circ \dots\dots\dots 60' \quad 0,3618 \cdot 60$$

$$0,3618^\circ \dots\dots\dots 21,71' \quad 21,7080$$

A következőkben megnézzük, hogy $0,71' = ?''$

$$1' \dots\dots\dots 60'' \quad 0,71 \cdot 60$$

$$0,71' \dots\dots\dots 43'' \quad 42,60$$

$$\text{Tehát } 0,3618^\circ = 21' 43''$$

$$4. \text{ példa } 232648'' = ?^\circ ?' ?'' \quad 3600'' \text{ ad } 1^\circ\text{-ot, tehát}$$

$232\,648 : 3600 = 64^\circ$ van $232\,648''$ -ben és maradt $2248''$ $60''$ ad ki $1'$ -et,
tehát:

$$2248 : 60 = 37'$$

$$\frac{448}{28}$$

$$\frac{28}{28}$$

adódik ki $2248''$ -ből, és $28''$ maradt. Az átalakítandó értékem tehát:

$$232\,648'' = 64^\circ 37' 28''$$

Újabban a teljes kört 400 részre osztják fel, ebből az ún. új fokokat kapjuk. 1 új fok jele: 1^g vagy $1^{(o)}$.

Minden új fok 100 egyenlő részből áll, amelynek neve új perc, jele: 1^c vagy $1^{(')}$; illetve minden új perc is 100 részre oszlik, így kapjuk meg az új másodperceket, amelyeknek a jele 1^{cc} vagy $1^{('')}$. Tehát:

$$1^g = 100^c, 1^c = 100^{cc}, \text{ így } 1^g = 10\,000^{cc}$$

$$\text{vagy: } 1^{cc} = \frac{1}{100} c = \frac{1}{10\,000} g \quad 1^c = \frac{1}{100} g$$

A tized- és századfokok perceket, az ezred-, valamint tízezredfokok pedig másodperceket adnak, amint az az előbbiekből látszik. Ilyen értékeket pedig könnyű megállapítani. 10-zel, 100-zal stb. műveleteket végezni egyszerű. Ezért is előnyösebb a tízes számrendszerű új fokokkal való munka, mint a régi fokkal. Hazánkban ennek ellenére nem terjedt még el az új fok használata.

Az előbbieket alkalmazásával megoldható példák:

5. példa $24^e 36^{cc} = ?^g$

$$1^c = \frac{1}{100} g \quad \text{és} \quad 1^{cc} = \frac{1}{10\,000} g, \text{ tehát}$$

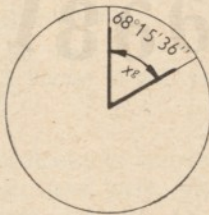
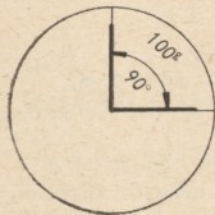
$$24^c = 0,24^g \quad 36^{cc} = 0,0036^g \\ \text{tehát } 24^e 36^{cc} = 0,2436^g$$

6. példa $26,3296^g = ?^g ?^c ?^{cc}$

$$26,3296^{gg} = 26^g 32^c 96^{cc}$$

Az olyan feladatot pedig, amikor a régi foknak megfelelő új fokot, vagy az új foknak megfelelő régi fokot kell meghatározni, egyszerű aránypárral oldjuk meg.

7. példa $68^\circ 15' 36'' = ?^g ?^c ?^{cc}$



Amint az 1. ábrából látható, a derékszög régi fokban kifejezve 90° , újban pedig 100^g . Felírható tehát:

$$[90^\circ : 100^g = 68^\circ 15' 36'' : x^g]$$

Aránypárunkban minden tagot fokban kell szerepeltetni, ezért előbb a $15' 36''$ -et át kell alakítani fokká.

1. ábra. Régi fokról új fokra való átszámítás grafikus szemléltetése

$$15' \dots\dots\dots 15 : 60 = 0,25 \dots\dots\dots 0,25^\circ$$

$$\begin{array}{r} 150 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$36'' \dots\dots\dots 36 : 3600 = 0,01 \dots\dots\dots 0,01^\circ$$

$$\begin{array}{r} 3600 \end{array}$$

vagyis $16' 36'' = 0,2600^\circ$

Ezek után: $90^\circ : 100^g = 68,2600^\circ : x^g$

Aránypárunkban ismeretlen az egyik kültag. Ezt megkapjuk, ha a beltagok szorzatát osztom az ismert kültaggal. Vagyis:

$$x^g = \frac{100^g \cdot 68,26^\circ}{90^\circ} = \frac{682,6^g}{9} = 75,8444^g$$

Tehát: $68^\circ 15' 36'' = 75,8444^g = 75^g 84^c 44^{cc}$, (amint ez a 6. példa alapján felirható.). Hasonlóképpen számítjuk ki a régi fokértéket akkor, ha az új foknak az értéke ismeretes.

8. példa $52^g 64^c 72^{cc} = ?^\circ ?' ?''$

Az aránypárom itt is hasonló, tehát:

$$90^\circ : 100^g = x^\circ : 52^g 64^c 72^{cc}$$

Az átszámítandó szöget ismét fokká kell átalakítani, mivel az aránypár minden táblázatnál ugyanazon mértékegységnek kell szerepelnie.

$$52^g 64^c 72^{cc} = 52,6472^g, \text{ így:}$$

$$90^\circ : 100^g = x^\circ : 52,6472^g, \text{ ebből az}$$

$$x^\circ = \frac{90^\circ \cdot 52,6472^g}{100^g} = \frac{52,6472}{47,38248} \cdot 0,9^\circ = 47,38248^\circ$$

A tized-, századfokokat stb. a 3. példa alapján perccé, illetve másodperccé alakítjuk.

$$\begin{array}{r} 0,3825 \cdot 60 \\ \hline 22,9500 \end{array} \quad 0,3825^\circ = 22,95'$$

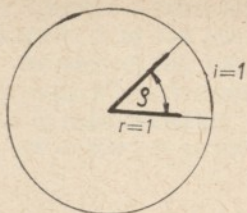
$$\begin{array}{r} 0,95 \cdot 60 \\ \hline 57,00 \end{array} \quad 0,95' = 57''$$

vagyis: $47,3825^\circ = 47^\circ 22' 57''$

A gyakorlatban a régi foknak új fokra és az új foknak régi fokra való átszámítását táblázatok segítségével gyorsan elvégezhetjük, és így segédtablák alapján az új fokban mért eredményeket régi fokban is kiértékelhetjük.

Szögmérés ívértékkel

Az ívérték fogalma ismert a matematikából. Az ívérték vagy radián (jele: ϱ) egy kör középponti szögének az értéke, ahol a középponti szög-



2. ábra
A radián szemléltetése

höz tartozó körív hossza egyenlő a kör sugarával (2. ábra) ($r = i = 1$).

A radián másodpercekben kifejezett értéke:

$$\varrho'' = 206\,265''$$

A radiánnal azután bármilyen sugar és bármilyen ívhosszhoz tartozó középponti szög megállapítható a következő összefüggés alapján:

$$\omega'' = \frac{I}{R} \varrho''$$

ahol ω a középponti szög (ismeretlen), I az ívhossz, R a kör sugara és ϱ a radián vagy ívérték.

Természetesen ez a képlet matematikai átrendezés után egyaránt alkalmas az ívhossz és a sugar kiszámítására is.

Tehát:

$$I = \frac{R \omega''}{\varrho''} \quad \text{és} \quad R = \frac{I}{\omega''} \cdot \varrho''$$

E képletek gyakorlati alkalmazására vonatkozóan nézzünk néhány példát.

1. példa. Egy körív sugara 100 m, a hozzátartozó ívhossz 102,102 m. Mekkora a középponti szög fokokban?

$$\text{Képletünk: } \omega'' = \frac{I}{R} \cdot \varrho''$$

$$\text{behelyettesítve az értékeket: } \omega'' = \frac{102,102}{100} \cdot 206\,265''$$

$$\omega'' = 206265 \cdot 1,02102$$

$$412530$$

$$2062650$$

$$412530$$

$$21060069030$$

$$\text{vagyis } \omega'' = 210\,600,69030'' = 210\,601''$$

A másodpercekben kapott értékeket át kell alakítani fokká.

$$210601 : 3600 = 58,5000$$

$$30601$$

$$18010$$

$$1000$$

$$2200$$

$$\text{Tehát } \omega^\circ = 58,5^\circ = 58^\circ 30' 00''$$

2. példa. Egy körív hossza 97,74 m. A hozzá tartozó középponti szög 56° . Mekkora a körív sugara? $R = ?$ m.

$$\text{Képletünk: } R = \frac{l}{\omega''} \cdot \varrho''$$

Szükséges ω értéke másodpercekben:

$$\omega'' = \frac{3600 \cdot 56}{18000} = \frac{21600}{201600}$$

$$\omega'' = 201\,600''$$

$$R = \frac{97,74}{201\,600} \cdot 206\,265'' = \frac{20\,160\,341,1}{201\,600} = 100,002 \text{ m}$$

$$\begin{array}{r} 97,74 \cdot 206\,265 \\ 195480 \\ 58644 \\ 19548 \\ 58644 \\ 48870 \\ \hline 20160341,10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20160341,1 : 201\,600 = 100,0016 \\ 340100 \\ \hline 1385000 \\ \hline 175400 \end{array}$$

3. példa. Egy körív sugara 100 m, a középponti szög $86^\circ 12' 24''$. Kérdés, hogy mekkora az ívhossz?

Képletünk:

$$\omega'' = 86 \cdot 3600 + 12 \cdot 60 + 24 = 309\,600''$$

$$\begin{array}{r} 258 \quad 720 \quad 720'' \\ 51600 \quad + \quad 24'' \\ \hline 309600 \quad 310\,344'' \end{array}$$

$$l = \frac{100 \cdot 310344''}{206265''} = \frac{31034400}{206265} = 150,459 \text{ m}$$

$$\begin{array}{r} 31034400 : 206265 = 150,4588 \\ 1040790 \\ 0946500 \\ \hline 1214400 \\ 1830750 \\ \hline 1806300 \\ \hline 156180 \end{array}$$

Ha a mérendő szöget derékszögű háromszög hegyesszögének tekintjük, és a háromszög oldalait hosszmeréssel megállapítjuk, akkor a szög nagysága trigonometriai úton szögfüggvényekkel megállapítható.

Végül néhány példán keresztül jegyezzük meg a szögértékek írásának módját. A percek és másodpercek értékeinek írásakor — ha ott tízes helyiérték nincsen — a 0 helypótlót ki kell írni. Íme néhány példa:

24° 08' 18''

5° 00' 36''

270° 06' 00''

90° 00' 00''

Mérési pontok és mérési jelek

Mérési pontok

Mérés alkalmával pontok egymáshoz viszonyított helyzetét állapítjuk meg. A mérés tárgyát képező pontok céljuk szerint a következők lehetnek:

a) *Alappontok.* Méréseink alapját képező pontok. A terepen mérési jellel állandósítják és a térképre nagy pontossággal rajzolják fel az alappontokat. Nevük: „háromszögelési” vagy „sokszögelési pont”. Bemérésük felsőbbrendű mérési feladat. Minden térképezéssel egybekötött erdészeti mérés ilyen pontokhoz csatlakozik. Magyarországon csak az első-, másod- és harmadrendű háromszögelést tekintjük elsőrendűnek. Az erdőrendezés során végezhetünk negyed-, ötödrendű háromszögelést, valamint sokszögelést. Ezek már nem felsőbbrendű mérések.

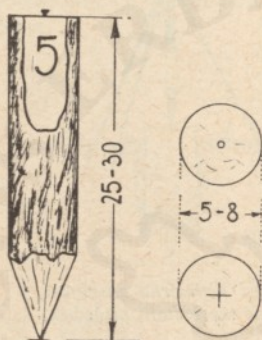
b) *Részletpontok.* Részletpontokon a térképezendő természetes képződmények és mesterséges létesítmények jellegzetes pontjait értjük. Pl. az erdőhatár töréspontjai, házak sarokpontjai stb. Az ilyen pontok kölcsönös helyzetének a megállapítása a mi földmérési feladatunk.

c) *Segédpontok.* A segédpontokra csak a mérés tartama alatt van szükség, ha két részletpont valamilyen okból kifolyólag egymásból nem látható, vagy a két pont között a távolság közvetlenül le nem mérhető. Ilyen esetben közbenső — segédpont — felvételével végezzük el meghatározásukat.

Mérési jelek

A mérés tartama előtt vagy alatt, sőt a mérés után is a mérési pontokat a láthatóság elősegítésére meg kell jelölnünk. Így azok a későbbiek folyamán is fellelhetők. A mérési pontok megjelölése mérési jelekkel lehetséges. A mérés tartama alatt *ideiglenes*, a mérés után pedig *állandó mérési jelekkel* jelölünk.

a) A cövek egyik végén hegyesre faragott, a másikon simára fűrészelt, 5—8 cm vastag, és 25—30 cm hosszúságú fadarab. A cövek egyik oldalát simára faragjuk, hogy számát ráírhassuk. Felső lapjának közepébe kisfejtű szeget ütünk vagy lyukat fúrunk, vagy keresztet rajzolunk. Ez adja a pont helyét (3. ábra).



3. ábra. A cövek

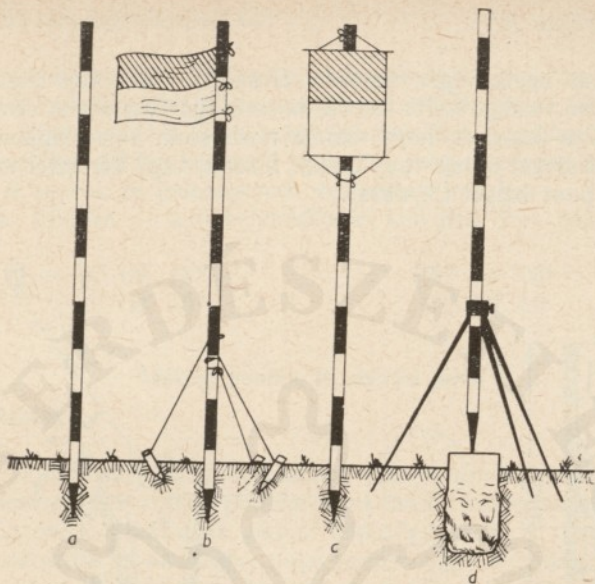


4. ábra. A helyes cövekelés

A pontok ideiglenes jelölését folytatólagosan számozott cövekkel végezzük. A legkisebb sorszámú cövetet lehetőleg mindig a legészaknyugatibb pontba üssük, és a növekvő számsor alapján az óramutató járásával megegyezően cövekeljük tovább. Úgy verjük le a cöveket, hogy azok számlapját nézve a következő pont felé menő irány merőleges legyen a számlapra (4. ábra).

b) A karót jelzésre olyan helyen használjuk, ahol az erdő aljnövényzete miatt a cövek megkeresése sok időbe telik. A bemérendő pontot cövekkel jelöljük, de mellé verünk egy karót is, a cövek sorszámának növekedési iránya alapján megállapítható haladási irányban, a cövektől jobbra kb. 20—30 cm-re. A karóra a hozzá tartozó cövek sorszámát kell felírni. Az ideiglenes jelölésre felhasznált karók hossza függ az aljnövényzettől. Akkora legyen, hogy abból kilátszódjék.

c) A kitűzőrúd (5. ábra) 2—4 m hosszú, 2,5—4 cm átmérőjű, olajban kifőzött, göcsmentes fenyőfarúd. Keresztszelvénye leggyakrabban kör, ritkábban háromszög. A rúd görbülésének, vetemedésének a megakadályozására olajfestékkel váltakozóan piros-fehérre, illetve fehér-feketere van festve. A rudak alsó része vassarus. A 20—50 cm-enként



5. ábra. a) kitűzőrúd a földbe szúrva, b) kitűzőrúd zászlóval, c) kitűzőrúd lobogóval, d) vasállvánnyal merevített kitűzőrúd

egyenletesen, változóan kétszínűre festett rúd 500 m-ig is jól látható. Ha kitűzőrudat ennél is nagyobb távolságról irányozunk meg, zászlót (5/b ábra) vagy lobogót (5/c ábra) erősítünk rá. A kitűzőrudat a cövekre szoktuk állítani, vagy a cövek mögött a földbe szúrni. Ha a cövekre állítjuk, akkor háromlábú hüvelyes vasállvány (5/d ábra), vagy három karóhoz erősített zsinag biztosíthatja azt (5/b ábra), hogy el ne dőljön a kitűzőrúd. A kitűzőrudaknak függőlegesen kell állniok. Ezt úgy érjük el, hogy szabadon engedett függőlemező zsinórja mellett két egymásra merőleges irányból ellenőrizzük a rúd függőleges helyzetét.

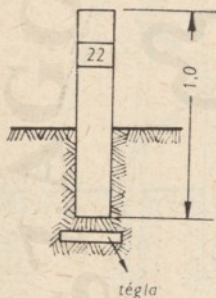
Állandó mérési jelek

a) *Faoszlop* jelet használunk egyes mérési pontok jelölésére. A faoszlop 10—12 cm átmérőjű vagy oldalélű, körszelvényű, illetve négyélűre bárdolt 0,5—1,0 m hosszú tartós fadarab. Ha súlyt kell helyeznünk arra, hogy a pontot a faoszlop megsemmisülésekor is fellelhessek, akkor a föld alatt, pontosan a faoszlop tengelyében is jelet, pl. keresztrel ellátott téglát helyezünk el a gödör fenekén. A 6. ábra egy a földbe ástott faoszlopot mutat föld alatti jellel együtt.

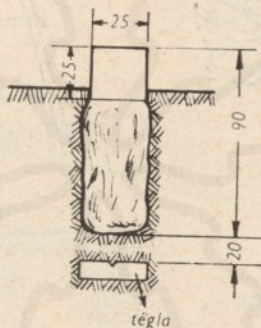
b) *Faragott követ* jelöljük a fontosabb alappontokat, így elsősorban a háromszögelési pontokat és a sokszögelési csomópontokat. Faragott kő helyett kőben szegény vidéken *betonoszlop*ot használunk. A kő- vagy betonoszlop tetején kereszt adja a pont helyét. A kőjelek alatt minden esetben föld alatti jelölés is van (7. ábra).

c) *Pózna* jelöléssel az alsóbbrendű háromszögelési pontoknál találkozunk (8. ábra). Ez 4—5 m magas, 10—12 cm átmérőjű rúd, amelynek tetején két merőlegesen felszegezett és fekete-fehérre festett deszkalap van, esetleg a pózna számának feltüntetésével. Ez a pózna a pont föld alatti jele fölé állított tokba van beékelve.

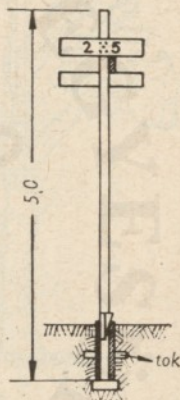
Erdőben az alsóbbrendű háromszögelési pontok jelölésére az ún. *fajelet* használják (9. ábra). Ez nem más, mint a pont melletti fára erősített pózna.



6. ábra
Beásott faoszlop
föld alatti jellel



7. ábra
Kőoszlop föld alatti jellel



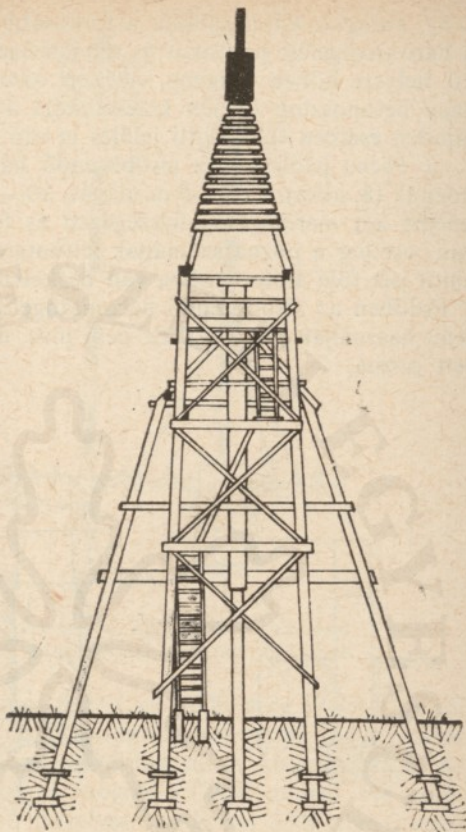
8. ábra
Tokos pózna

d) *Gúlát* a háromszögelési pontok fölé állítunk. Sokszor két, egymástól független építésű gúlát szokás emelni. Ezek a gúlák, amelyek műszerállásul is szolgálnak, a *kettős gúlák* vagy *állványos gúlák* (10. ábra). A műszer kezelőjének a mozgása a műszert tartó gúlára így nem hat ki.

A háromszögelési pontok jelölése *egyszerű gúlával* is történik. A műszerrel a gúla alatt kell felállni. A gúla csak a kérdéses pont megirányzását könnyíti meg. (A 11. ábra egyszerű gúlákat mutat.)



9. ábra. Fajel

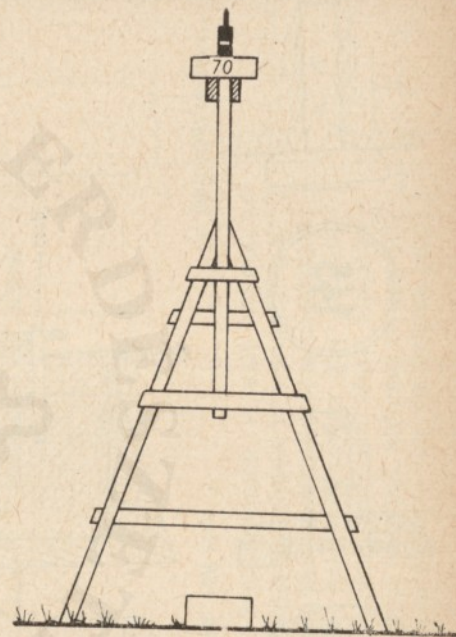
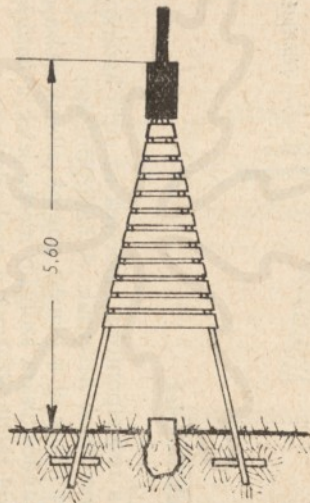
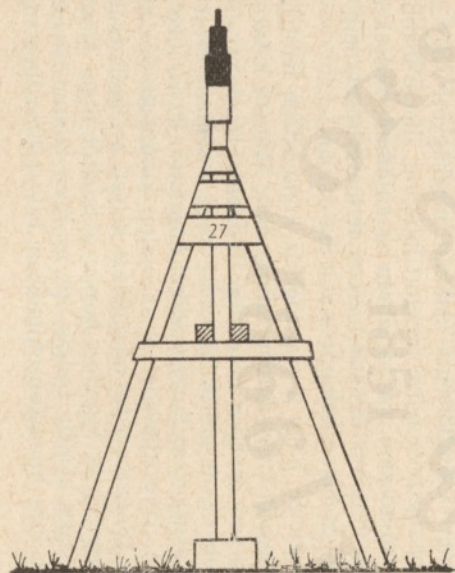


10. ábra. Kettős gúla

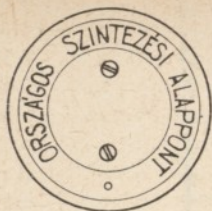
Mind a kettős, mind az egyszerű gúla alatt megtaláljuk a föld felszíne felett a kőjelet és a föld alatti jelet is.

Az eddig említett állandó mérési jelekkel vízszintes síkbeli alappontokat jelölünk. Természetesen — mivel a függőleges síkban is végzünk méréseket — vannak állandó mérési jelei a függőleges síkbeli alappontoknak is.

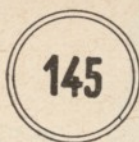
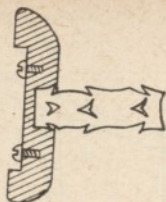
e) A fali csap (12. ábra), a fali tárcsa (13. ábra), a furatos csap (14. ábra) magassági (függőleges síkbeli) alappontok jelölésére használatos. A tengerszint feletti magasság ezek felső érintősíkjára vonatkozik.



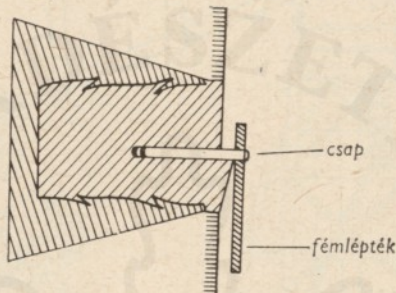
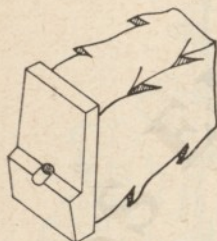
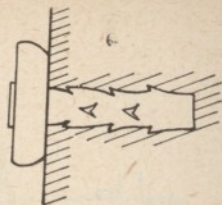
11. ábra. Egyszerű gúlák



12. ábra. Fali csap



13. ábra. Fali tárcsa



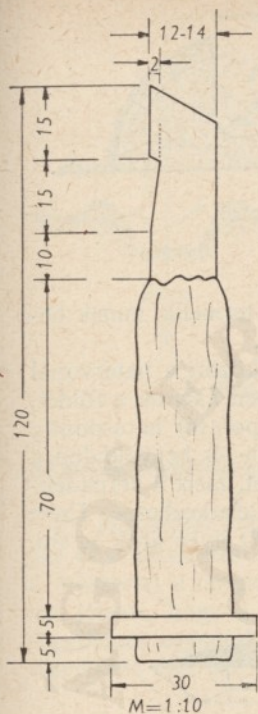
14. ábra. Furatos csap

Határpontok és jelek

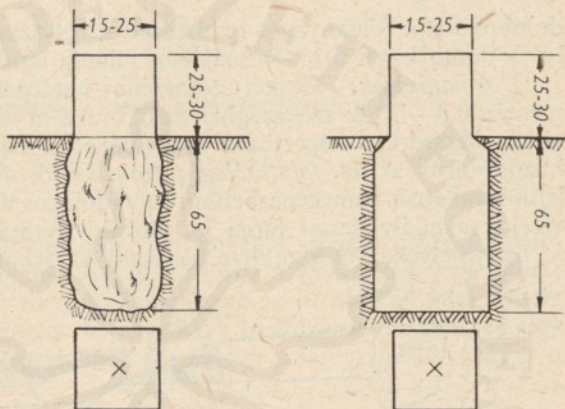
Azokat a részletpontokat, amelyek az erdő határának jellemző pontjai, *határpontoknak* nevezzük. A határpontokat — a mérés után — állandó jellel látjuk el a bemért pontok állandósítása céljából. A határpontok állandósítására szolgáló mérési jelek a *határjelek*. A következő határjelekkel találkozhatunk a gyakorlatban:

a) *A határoszlop*. Gömbölyeges alakban meghagyott vagy a föld feletti részén négyszögszelvényűvé faragott faoszlop, illetve újabban faragott kő vagy betonoszlop. (A 15. ábrán az erdőrendezősegek által e célra alkalmazott faoszlop látható méretei feltüntetésével, míg a 16. ábra faragott kő- és betonoszlopot mutat hasonlóan.)

A faoszlopok tetejét, hogy a csapadékvíz könnyebben lefolyjék rólok, vagy meghegyezik, vagy ferdén lefűrészelik. Minden határoszlopnak külön száma van, amelyet az oszlop föld feletti részén alkalmazott bevágásra festenek rá, de előfordul az is, hogy a számot ráégetik az oszlopra. A föld alatti része faragás nélkül hagyható. Ez is, meg az alján elhelyezett ún. kereszttheveder is az oszlop kihúzását van hivatva megnehezíteni. A kereszttheveder rászégezése helyett a legcélszerűbb azt az oszlopra rácsapozni. A faoszlop hossza a talajtól függ. Kötöttebb talajon nem szükséges a mély beásás, így az ilyen talajon rövidebb is az oszlop, mint a laza homokon. Általában 1,0—1,40 m hosszú, és a



15. ábra. Faragott faoszlop



16. ábra. Faragott kő- és betonoszlop

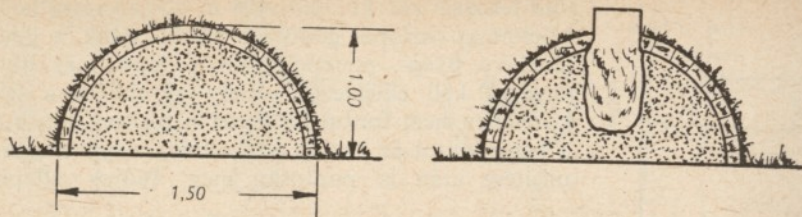
föld felszíne alá kb. 0,5—0,8 m hosszú része kerül. Mielőtt az oszlopot gödrében elhelyeznénk, a gödör fenekére üveg-, cserépdarabokat vagy más olyan anyagot kell elhelyezni, amely egyébként a pont közelében nem fordul elő. Ezzel biztosítjuk azt, hogy a határpontot az oszlop eltávolítása vagy megsemmisítése után is pontosan meg tudjuk állapíta-

ni úgy, hogy a határoszlop valószínű helyén ásással megkeressük az idegen anyagot.

A faragott kő- és betonoszlop hossza is a talaj függvénye. A kihúzás megakadályozását, illetve megnehezítését a föld alá kerülő rész nagyobb keresztszelvénnel való kiképzése szolgálja. A pontot az oszlop fedőlapján kereszt jelöli.

Ha a határ út vagy patak tengelye, akkor a határoszlopokat (határdombokat is) az út vagy patak két szélén kell elhelyezni, és a határ így a két egymással szemben levő határjel felezőjében van. Pataknál, vízfolyásoknál, árkoknál azonban elegendő csak nagyobb távolságokra elhelyezni határjeleket.

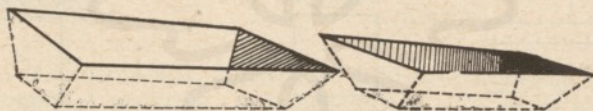
b) *Határdomb (homp) vagy határhalom.* 1,5 m átmérőjű, mintegy 1 m magas, kötött földből, esetleg kötörmelékéből készített csonkakúp vagy félgömb, amelyet gyéptéglával is be szokás fedni. A domb közepébe igen gyakran határoszlopot is állítanak (17. ábra). Mivel a határ-



17. ábra. Határdomb

dombokhoz a földanyagot rendszerint a helyszínen termelik, ennek helye a domb körül árok formájában mindig látható.

c) *A határárok.* Ha két szomszédos határpont között a határvonal mentén 0,8—1,0 m szélességben és 0,5—0,8 m mélyen kiássuk a földet, akkor határárkot képeztünk. Sík vidéken a határponttól határpontig húzódó árok az ún. *folytatólagos árok*. Lejtős domb- és hegyoldalon a lejtő irányában nem képezhetünk folytatólagos árkot, mert a csapadék-víz így akadálytalanul futna le, idővel vízmosás keletkezhetne. Ezért az ilyen helyeken megszakítva képezzük az árkot. Az ilyen árok az ún.



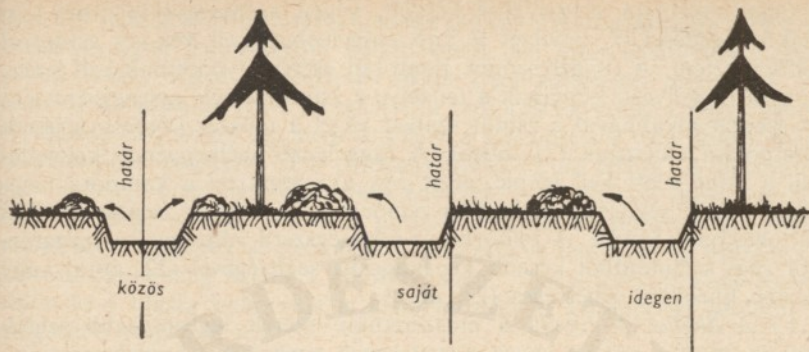
18. ábra. Ugró árok

ugró árok (18. ábra). Az árokból kikerülő föld mindig csak arra az oldalra van helyezve, ahol a tulajdonos területe van. A kikerült föld tehát tulajdonjogilag tisztázza az árok hovatartozandóságát. Ismerünk *saját árkot*, amikor a föld a mi területünkön van, *idegen árkot*: a föld a szomszéd birtokos területére került. A határ mindkét esetben az ároknak a földhányással szemben levő széle.

Közös árok esetén az árok közepe a határ, amit a felerészben jobbra, illetve balra kidobált földhányás bizonyít (19. ábra).

d) *A határnyiladék.* Erdő és erdő között 8—12 m széles kitisztított pászta, amelynek középvonala vagy a széle jelöli a határt.

A felsorolt határjelek mind mesterséges határjelek. Az ember készíti ezeket. Velük szemben folyó, patak, szakadék stb. is lehet „határjel”, amelyeket viszont *természetes határnak* nevezünk, mivel azokat a természet létesítette.



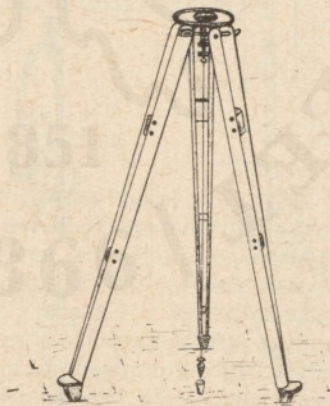
19. ábra. Tulajdonjog szerint megkülönböztetett árkok

A mérés segédeszközei

a) *Függélyező.* A földmérésnél igen lényeges szerepe van a függőleges és a vízszintes iránynak. A kitűzőrúdnak függőlegesen kell állnia; a műszerrel a terepen a mérési jellel ellátott pont fölé kell állni, amely azt jelenti, hogy a pontnak és a műszer függőleges tengelyének egy függőleges egyenesbe kell esni. A függőleges irányt kijelölő eszköz: a függélyező (20. ábra).



20. ábra
Függélyező

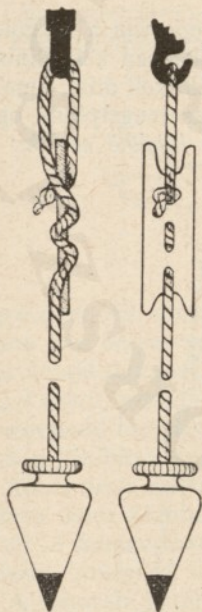


21. ábra. Közponosítás
függélyezővel

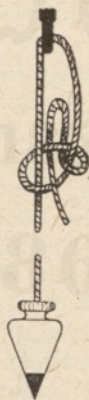
Leggyakrabban sárgarézből készült, végén acélheggyel ellátott kúp alakú segédeszköz, amelyet a kúp tengelyében kell vékony zsinórral felfüggeszteni. A függélyezőnek pontosan esztergályozottnak kell lenni, hogy a függélyező kúpjának a tengelye a zsinórral egy egyenesbe essék. Használat alkalmával a zsinór szabad végét a műszer kötőcsavarjának kampójára akasztjuk (21. ábra). A függélyező acélhegyének közvetlenül a pont felett kell lennie, ezért úgy akasztjuk fel a kampóra megfelelő hurok segítségével, hogy a zsinór hossza a kötés bontása nélkül változtatható legyen. A zsinórhossz szükség szerű változtatása sárgaréz-ből vagy celluloidból készült kis lapocska segítségével (22. ábra) vagy csúszó hurokkal lehetséges (23. ábra).

b) *A libella.* A libella a műszereinkre szerelt legfontosabb segédeszköz, mert *a műszer egyes részeit ennek segítségével hozzuk vízszintes és közvetve függőleges helyzetbe.*

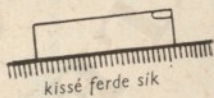
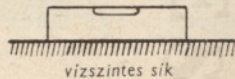
A libella elve a következő: ha valamely zárt edényben annyi folyadék van, hogy csak egy kis levegőbuborék maradjon hely, akkor a nehéz-



22. ábra
A zsinórhossz változtatása



23. ábra. A zsinórhossz változtatása csúszó hurokkal

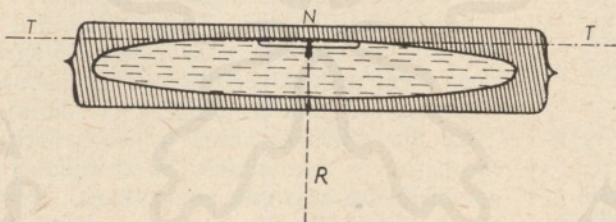


24. ábra. Folyadékot és légbuborékot tartalmazó zárt edény különböző síkokon

ségi erő hatására a folyadék az edény mélyebb részeit foglalja el, a buborék pedig a legmagasabb helyre kerül. Ha ezen edény felső része síklap lenne, akkor a vízszintes síktól kisebb-nagyobb mértékben elhajló ferde síkra helyezve az edényt, a buborék egyaránt a síklap szélére ugrana (24. ábra). Így nem tudnánk a vízszintestől való eltérés mértékét kellően érzékelni. Túl érzékeny lenne ez az edény. A vízszintes sík megfelelő érzékelésére készített edények — libellák — ezért úgy készülnek, hogy a belső felületük gömbfelületre van csiszolva, köszörülve, és így a buborék a vízszintestől való eltérés nagyságával arányosan változtathatja meg helyét a gömbfelületen. A vízszintestől kissé eltérő síkon levő libella buborékja is kissé mozdul ki középponti helyéről a magasabb rész felé stb.

A libellák fajtái. A libelláknak két nagy csoportja van: az érzékenyebb *csőlibella* és a kevésbé érzékeny *dobozlibella*.

A csőlibella (25. ábra) vastag falú, belül gömbfelületre köszörült üvegcső fémfoglatban, amelybe az üvegcsövet beragasztják. A cső két vége zárt. Benne légbuborék és éter vagy alkohol van. Minél nagyobb a gömbfelület köszörülési sugara (R), annál érzékenyebb, pontosabb a libella.

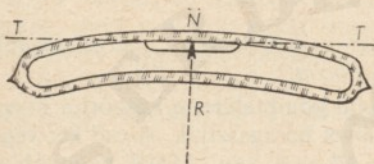


25. ábra. Csőlibella

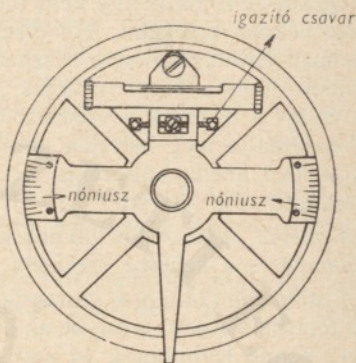
A libellák külső csőfelületén osztások vannak. Egy-egy osztásrész 2 mm-enként, 2,5 mm-enként következik egymás után. Az osztásrészek neve parsz. A legtöbb műszeren a libellák ezen osztása közepén megszakított. A két belső osztásrész közötti távolság felezőpontját a libella *normálpontjának* nevezzük (N). Ha a libella vízszintes síkon fekszik, akkor a buborék középpontja a normálponttal egybeesik. Minden — a vízszintestől eltérő — sík helyzetén addig kell változtatnunk, amíg az előbb említett helyzet elő nem áll. *Szintes helyzet esetén tehát a buborék középpontja és a normálpont egybeesik.*

A belső gömbfelület készülhet az üvegcsövek hajlításával is (26. ábra), de mivel a hajlítás pontatlanabb a köszörülésnél, azért az ilyen libella műszeren nem használható.

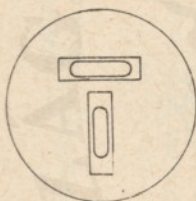
A geodéziai műszerek alhidádéján van az *alhidádé-libella*. Ennek segítségével állítjuk be az osztott kört vízszintes helyzetbe, illetve a függőleges tengelyt függőleges helyzetbe.



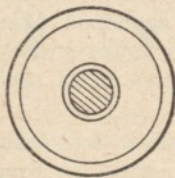
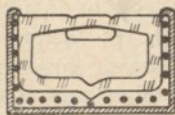
26. ábra. Hajlított csőlibella



27. ábra. Ellenőrző-libella



28. ábra
Keresztlibella



29. ábra. Dobozlibella

A távcsövekre szerelt *távcsőlibella* segítségével lesz a távcső irányzó tengelye vízszintes.

A magassági kör *ellenőrző-libellájával* a magassági kör 0—180°-os osztását összekötő egyenesnek vagy a két leolvasókészülék 0-s indexvonalának a vízszintes helyzetét ellenőrizzük (27. ábra).

Az ún. *reverziós libella* a hossz tengelye körül elforgatva is használható, mivel mindkét felülete gömbfelületre köszörült és beosztott.

A *keresztlibella* (28. ábra) üveggel lezárt kis fémdobozban egymásra merőlegesen elhelyezett 2 csőlibella, amellyel a kitűzőrudak függőleges helyzetbe hozását ellenőrizzük.

A kevésbé érzékeny *dobozlibella* (29. ábra) kerek, doboz alakú üvegtest, amelynek fedőlapja belülről szintén gömbfelületre van csiszolva. A buborék benne kör alakúnak látszik, és helyes beállításnál a buboréknak a libella felületén látható festett körbe kell esnie. Nem olyan pontos, mint a csőlibella, ezért a műszereknél csak közelítő szintezésre használható.

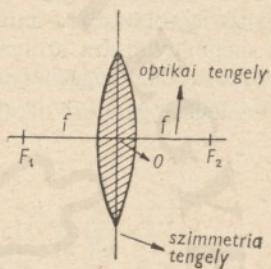
Mivel a libella üvegfala vastag, ferdén nézve az erős fénytörés miatt tévesen ítéljük meg a buborék helyzetét. A fénytörés miatt így tapasztalt párhúza-

mos eltolódási (parallaxis) hibát csak úgy tudjuk kiküszöbölni, ha a buborékot a libella hossz tengelyére merőleges irányban szemléljük.

c) *A távcső.* A mérőműszerek legfontosabb része a távcső. Szerepe az irányzásnál van. Vele tesszük jól láthatóvá a nagyobb távolságban levő mérési jeleket. Minden távcső lencserendszerből áll, ezért ismerjük meg előbb azokat a törvényszerűségeket, szabályokat, amelyek a lencsék jellemzői.

A lencsék. A fizikából már ismert lencse csiszolt üvegtest. Anyagát tekintve vagy ólommentes koronaüveg, vagy ólomtartalmú flintüveg. Alakjukra nézve megkülönböztetünk domború és homorú lencsét. Bennünket a domború lencsék törvényszerűségei, szabályai érdekelnek. A 30. ábra egy domború lencsét mutat.

Része: az optikai középpont (O), a lencse szimmetriapontja. Az optikai középponton átfutó és a lencsét hosszirányban két szimmetrikus részre osztó tengely a lencse *szimmetria-tengelye*. Az optikai középpontban a szimmetriatengelyre merőleges tengely a lencse *optikai tengelye*. Az optikai tengelyen a középponttól egyenlő távolságra két jellemző pontot ismerünk (F_1 és F_2), amelyeket *gyűjtőpontnak*, *fókuszpontnak* nevezünk. E pontokban gyűjti össze ugyanis a lencse a végtelenből párhuzamosan érkező fénysugarakat, és az ebbe a pontba helyezett papírt az összegyűjtött fénysugarak meg is gyűjtják. E pontoknak az optikai középponttól való távolságuk a *fókusz-távolság*.



30. ábra. Domború lencse

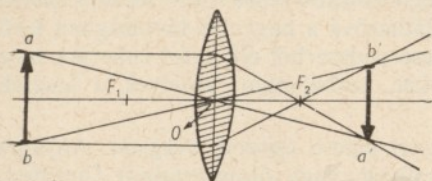
A lencsék főszabályai a következők:

1. A lencse az optikai tengelyével párhuzamosan érkező fénysugarakat a fókuszpontjában gyűjti össze.
2. A lencse optikai középpontján áthaladó fénysugarak irányváltoztatás nélkül haladnak át a lencsén.

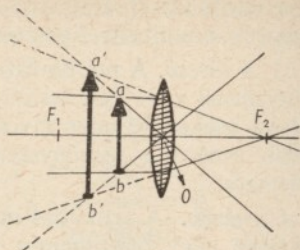
E kétféle sugár a lencsék *jellemző sugara*. E jellemző sugarakkal képezzük szerkesztés útján a lencsék által alkotott képet. Ha a tárgy a fókusz-távolságon kívül van (31. ábra), amint azt már a fizikából is tudjuk, fordított állású, valódi (reális) kép fog keletkezni.

Ha viszont a tárgy (32. ábra) a fókusz-távolságon belül van, akkor egyenesállású, képzetes (virtuális) kép keletkezik. Ekkor a kép is ugyanazon az oldalon van, mint a tárgy. A valódi kép lemezre felfogható, a látszólagos viszont nem. Innen kapták nevüket is.

A lencsék alkalmazása. A földmérés körében egyes lencsákat különböző foglalatokba beépítve mint *nagyítót* szokás alkalmazni. Ez a na-



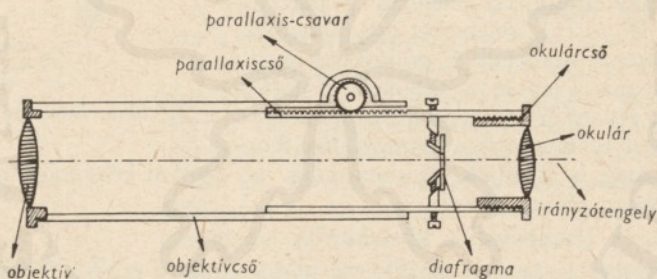
31. ábra. Domború lencse reális képképzése



32. ábra. Domború lencse virtuális képképzése

gyító legtöbbször a műszerek magassági és vízszintes osztott körének a megnagyítására szolgál, hogy így a leolvasásokat kényelmesebben és pontosabban végezhesük. A nagyítók képzetes képet képeznek.

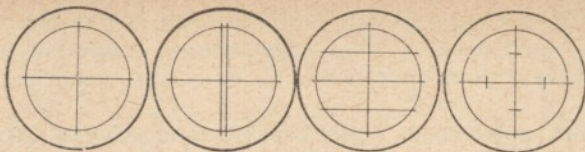
A lencse gyakori alkalmazási területe a távcső. A 33. ábra a geodé-



33. ábra. Geodéziai távcső hosszmetsete

ziai távcsövek legismertebb alakjának hosszmetsetét mutatja. A távcsőnek két lencséje van: a tárgy felőli lencse a *tárgylencse*, vagy más néven *objektív-lencse*, a szem felőli lencse pedig a *szemlencse* vagy *okulár-lencse*. Ezek a lencsék mindig több egyszerű lencséből összetett lencserendszerek, és csak az egyszerűbb szemléltetés végett rajzoljuk egyes lencséknek.

A geodéziai távcsövek fontos része még az ún. diafragmában elhelyezett *szátkereszt*. Kiképzése többféle lehet. Négy megoldást mutat a 34. ábra. Az első a legegyszerűbb: egy függőleges és egy vízszintes szál adja a szátkeresztet. A második megoldásnál két függőleges és egy

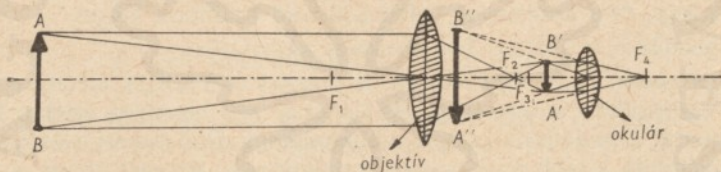


34. ábra. Szálkereszt típusok

vízszintes szál található, míg a harmadik- és negyediknél pedig egy függőleges és három vízszintes szál képez szálkeresztet.

A tárgylencse az objektív-csőben van elhelyezve. Az ún. parallaxis-csőben találjuk a diafragmát, benne a szálkeresztrel, és végül a csavarmenttel ellátott okulárcsőben van befoglalva a szemlencse. A parallaxis-cső a parallaxis-csavar segítségével kijebbe vagy beljebb tolható az objektív-csőben; a csavarmenttel ellátott okulárcső viszont a parallaxis-csőben mozdítható el.

Ha a távcső által képzett kép keletkezését megvizsgáljuk, a következőket figyelhetjük meg (35. ábra). A tárgylencse a nagy távolságban le-



35. ábra. A távcső képképzése

vő tárgyról kicsinyített, fordított állású, valódi képet alkot a tárggyal ellentétes oldalon. A tárgylencse által alkotott képet a szemlencsén keresztül megnagyítva látjuk. A szemlencse mint egyszerű nagyító működik: vagyis a tárgylencse által alkotott kép — most már mint tárgy — a szemlencse fókuszán belül helyezkedik el, így a szemlencse által alkotott kép nagyított, virtuális kép lesz, és ugyanolyan állású, mint amilyen állású a tárgy volt. Mivel a tárgylencse fordított állású képet alkotott, és a szemlencse ezt még egyszer már nem fordította meg, ezért a távcsőben látott kép az eredeti terepi tárgyhoz képest (pl. torony) fordított állású kép lesz.

Irányzáskor először az okulár-cső ki- vagy becsavarásával élesre állítjuk a szálkereszt képét. Ezután a parallaxis-csavar segítségével annyira mozdítjuk el az objektív-csőben a parallaxis-csövet, hogy a szálkereszt síkja a tárgylencse által alkotott kép síkjába kerüljön. Ekkor ugyanis a már élesen látott szálkeresztkép mellett az irányzott pont képét is élesen látjuk.

Különböző távolságokra irányásokkor tehát más és más lesz a távcső hossza. Igen messzire — a végtelenbe — való irányáskor lesz legrövidebb, és viszont minél közelebb irányunk, annál inkább hosszabbodik.

A korszerű műszereken belső képállítású távcsöveket alkalmaznak, amelyeknek az a fő sajátosságuk, hogy a távcső hossza nem változtatható. Ezeknél a távcsöveknél a parallaxis-csavar mozgatásával egy kétszer homorú lencsét tolunk el az objektívcsőben, és ezáltal a tárgylencserendszer fókuszát változtatjuk meg. A tárgylencserendszer fókuszát itt annyira kell megváltoztatni, hogy az adott irányzási távolság mellett a kép a szálkereszt síkjában keletkezzen.

Ha a képek élesre állítását az előbb leírtak szerint elvégeztük, következik az irányzás pontos végrehajtása, amely abból áll, hogy a műszer paránycsavarjainak felhasználásával a szálkereszt középpontjának (függőleges szál és középső vízszintes szál metszéspontja) képét ráállítjuk a megírányzandó pont képére.

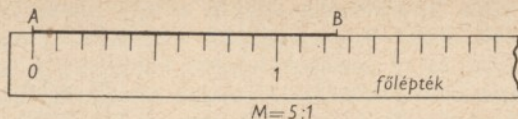
A beállítás helyességéről úgy győződhetünk meg, hogy a szemünket a szemlencse előtt jobbra balra mozgatjuk. Ha a szálkereszt és az irányzott jel képe egymáshoz viszonyítva nem mozdul el, akkor egy síkba esik a kép, és a szálkereszt, tehát a távcső beállítása helyes.

A geodéziai távcsövek 10—40-szeres nagyításúak.

d) *A paránylépték vagy nóniusz.* A hosszak és a szögek mérésére szolgáló eszközökön a mértékegységeket csak egy bizonyos értékig lehet feltüntetni. Gondoljunk csak a mindannyiunk által ismert vonalzókra. Milliméternél kisebb osztást nem tartalmaznak. Azt még ugyan el tudjuk képzelni, hogy a félmillimétert is bejelölik, de pl. a milliméter tizedrészének a jelölése már lehetetlen. Olyan sűrűn következnének egymás után az osztóvonalak, hogy az összes összefolyna. Hogyan lehet mégis a leolvasások pontosságát növelni? Erre a célra külön léptéket — parányléptéket vagy nóniuszt — kell szerkeszteni. *A paránylépték vagy nóniusz olyan segédeszköz, amelynek a segítségével a hozzátartozó főléptéken feltüntetett legkisebb osztásrész törtrészeit tudjuk pontosan leolvasni.*

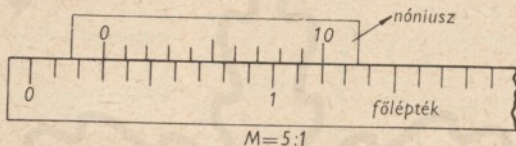
A paránylépték szerkesztésének, elvének a megértésére nézzünk egy példát. Határozzuk meg egy AB távolság hosszát tizedmilliméter pontossággal (36. ábra). A milliméter beosztású főléptéket melléhelyezzük a távolságnak úgy, hogy a főlépték 0-ja A ponttal elvág. E főléptékről csak annyit tudunk pontosan mondani, hogy a távolság hossza 1,2 és 1,3 cm között van. Ahány tizedmilliméterrel több mint 1,2 cm, azt legfeljebb megbecsülhetnénk. E becslés kiküszöbölésére készítsünk a főléptékhez egy parányléptéket. A paránylépték hasonló anyagból készül, mint a főlépték, és amellel elcsúsztatható.

Mivel a főlépték legkisebb leolvasható egységének (1 mm) a tized-



36. ábra. AB távolság megállapítása milliméter beosztású főléptékkel

részét akarjuk pontosan leolvasni, a szerkesztendő parányléptéken 10 osztásrészt kell létrehozni. A paránylépték osztásrészeinek a száma (n) ebben az esetben 10 ($n = 10$). A létrehozandó osztásrészek számánál eggyel kevesebb (jelen esetben 9) főléptékbeli legkisebb egységet vigyünk át a parányléptékre. Ezt a távolságot osszuk fel azután 10 részre (37. ábra). $9 \text{ mm} : 10 = 0,9 \text{ mm}$. Ennyi a paránylépték egy osztásának az értéke milliméterben kifejezve. Vagyis a paránylépték osz-

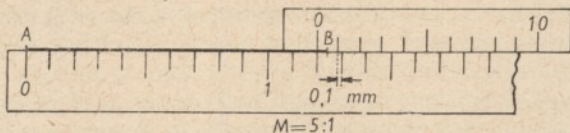


37. ábra. Nóniusz szerkesztése az előbbi főléptékhez

tásai mindig kisebbek, mint a hozzá tartozó főlépték osztásai. Az ilyen parányléptéket *utózó parányléptéknek* nevezzük.

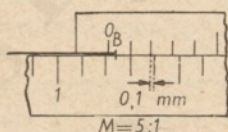
Nem nehéz megállapítani a fő- és paránylépték egy osztása közötti különbséget sem. Jelen esetben $1 \text{ mm} - 0,9 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$.

A parányléptékkel kapcsolatos munkánk a következő. Az AB mellé illesztett főlépték fölé helyezzük el parányléptékünket úgy, hogy 0 osztása a B pont előtti utolsó főléptéki osztásra (1,2 cm) essék (38. ábra). Ezután lassan toljuk a parányléptéket főléptékünk éle mellett B felé. Ha parányléptékünk első osztása elvág a főlépték osztásával, akkor ez azt jelenti, hogy a paránylépték 0-ja a két osztás közötti különbséggel — $0,1 \text{ mm}$ -rel — haladt tovább kiinduló helyzetétől (39. ábra). Ebben a helyzetben most a paránylépték második osztása és az alatta levő főléptéki osztás között látható a két osztás közötti $0,1 \text{ mm}$ -es különbség. Toljuk tovább B felé léptékünket annyival, hogy most a parány-

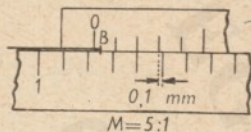


38. ábra. AB távolság megállapítása a főlépték mellé szerkesztett nóniusszal

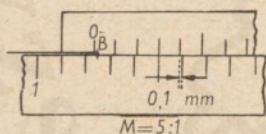
léptékünk második osztásvonala vágjon el egy alatta levő főléptéki osztásvonallal (40. ábra). A paránylépték nullája most már 2-szer 0,1 mm-rel állt odébb, és az osztások közötti különbség a harmadik parányléptéki osztás alatt jelentkezik. Tovább tolva a léptéket eltűnik a harmadik osztóvonal mellett látható 0,1 mm-es különbség, a harmadik osztás elvág egy alatta levő főléptéki osztásvonallal, és így a paránylépték 0-ja immár 3-szor 0,1 mm-es utat tett meg. Az osztásrészek közötti különbség pedig már a negyedik parányléptéki osztásnál látható (41. ábra). A következő eltolással azután a parányléptékünk 0-ja már *B* pontra került (42. ábra). E helyzetben parányléptékünk negyedik osztása vág a főlépték egyik osztásával, és a lépték 0-ja 4-szer 0,1 mm-t tett meg. *AB* távolság teljes értéke tehát: 1,2 cm a főléptékről leolvasva és 0,4 mm a paránylépték segítségével, vagyis $AB = 1,24$ cm.



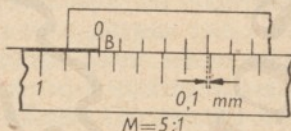
39. ábra. *AB* távolság megállapítása a főlépték mellé szerkesztett nóniusszal



40. ábra. *AB* távolság megállapítása a főlépték mellé szerkesztett nóniusszal



41. ábra. *AB* távolság megállapítása a főlépték mellé szerkesztett nóniusszal

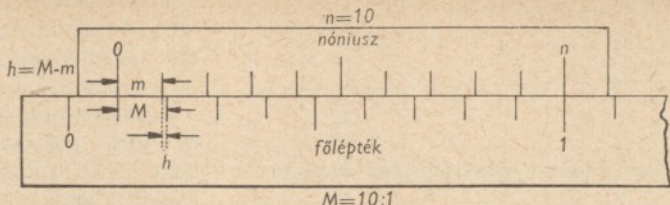


42. ábra. *AB* távolság megállapítása a főlépték mellé szerkesztett nóniusszal

Láthatjuk e példából, hogy a parányléptékekkel elérhető pontosságot a két lépték egy-egy osztásrésze közötti különbség mutatja. Ezért az osztásrészek közötti különbséget a paránylépték *leolvasási határértékének* nevezzük (jele: *h*). A példánkban $h = 0,1$ mm volt.

Megállapíthatjuk, hogy a parányléptékünk 0-ja hány leolvasási határértékkel haladt túl egy főléptéki osztást. Nézzük meg mindig, hogy parányléptékünk hányadik osztásrésze vágott valamelyik főléptéki osztással.

Mivel a parányléptékekkel való munkánál a leolvasási határértéket feltétlenül ismernünk kell, nézzük, hogyan lehet meghatározni annak értékét általánosságban (43. ábra).



43. ábra. Ábra a leolvasási határérték megállapításához

M -mel jelölve a főléptékről leolvasható legkisebb osztásrészt, m -mel a paránylépték legkisebb osztását, n a paránylépték osztásainak a száma, akkor felírhatjuk:

$$n \cdot m = (n - 1) M$$

és innen

$$m = \frac{M \cdot n - M}{n} = M - \frac{M}{n}$$

ebből

$$\frac{M}{n} = M - m$$

M tehát nem más, mint a két osztás közötti különbség. Ezt pedig mi már leolvasási határértéknek neveztük, és h -val jelöltük. Szavakban kifejezve a leolvasási határérték egyenlő a főléptékről leolvasható legkisebb osztásrész értéke osztva a nóniusz osztásrészeinek a számával.

A paránylépték használatának szabályát összefoglalásként a következőképpen rögzíthetjük:

1. Megállapítjuk a paránylépték leolvasási határértékét:

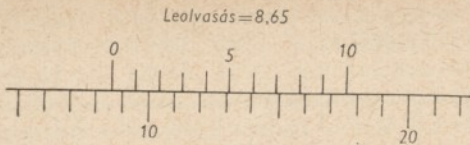
$$h = \frac{M}{n}$$

2. A parányléptéket megfelelően beállítva leolvassuk a főléptéken a paránylépték 0-jáig. Ezt feljegyezzük.

3. Ezután megnézzük, hogy a paránylépték hányadik osztásvonala vág valamelyik főléptéki osztásvonallal? A kapott számmal megszorozzuk a paránylépték leolvasási határértékét, s a kapott szorzatot hozzáadjuk a főléptéken nyert leolvasáshoz.

A leolvasásoknál ügyeljünk arra, hogy a beosztásokat mindig a vonalak irányában és ne oldalról nézzük, mert különben hibát követünk el.

Megtörténik, hogy parányléptékünk egyik osztásvonala sem vág a főlépték osztásvonalával (44. ábra). Ebben az esetben a paránylépték feles állásban van, s a leolvasási határérték megfelelődik.



44. ábra. Nóniusz használata feles állásban



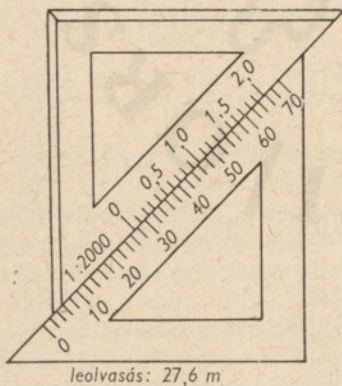
45. ábra. Leolvasás nóniusszal



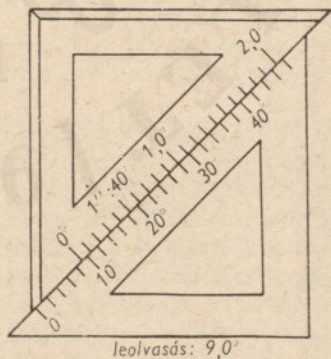
46. ábra. Leolvasás nóniusszal



47. ábra. Leolvasás nóniusszal



48. ábra. Leolvasás nóniusszal Majzik háromszögpárról

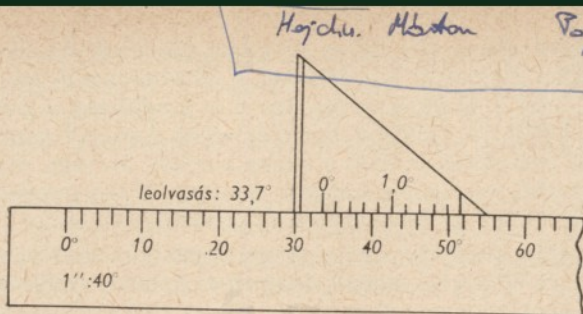


49. ábra. Leolvasás nóniusszal Majzik háromszögpárról

Természetesen az osztott körökhöz szerkesztett parányléptékek is íves kiképzésűek.

A parányléptékek első és utolsó osztása után még 2—2 túlosztás is szokott lenni, hogy a lépték szélére eső leolvasások biztosabbak legyenek.

Gyakoroljuk a parányléptékek használatát a következő ábrákon: 45—50. ábrák.



50. ábra. Leolvasás nóniusszal fémvonalzó mentén

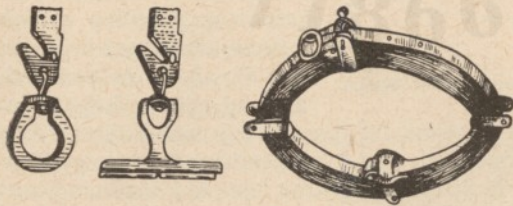
A MÉRÉS VÉGREHAJTÁSA

A távolság mérése

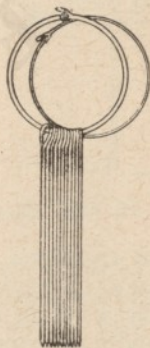
Hosszméréssel két pont egymástól való távolságát határozzuk meg. A feladat kétféleképpen oldható meg: közvetlen és közvetett úton. Ha a hossz mérés mértékegységét az ismeretlen távolságra közvetlenül ráfektetjük és megnézzük, hogy az az ismeretlenben hányszor van meg, *közvetlen távolságmérésről* beszélünk. *Közvetett távolságméréssel* pedig a mérés alkalmával csak olyan adatokat szerzünk be, amelyekkel a távolságot számolnunk kell.

Közvetlen távolságmérés

Leggyakrabban alkalmazott eszköze az *acélmérőszalag* (51. ábra). 10



51. ábra. Acélmérőszalag



52. ábra. Jelzőszegek

20, 30, 50 m-es, illetve 10°, 20°-os hosszban készülhet. Az egész méterekeket vagy öleket számozott fémlapokkal, a félméterekeket és félöleket fémgombokkal, míg a tizedméterekeket illetve a tizedöleket a szalag átlukasztásával jelölik. A szalagok mindkét végén fogantyú van. A fogantyúknál levő bevágásnál látható a szalag kezdete, ill. vége. Használaton kívül az erősebb, vastagabb szalagok mintegy 25 cm átmérőjű keretre hajthatók fel. (Ezek az ún. kataszteri acélmérőszalagok.)

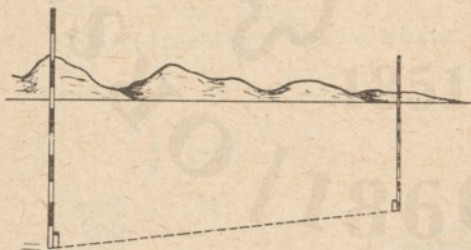
A vékonyabb, könnyebb szalagok egy fogantyún levő hengerre csavarhatók fel, és börtokba vannak elhelyezve. Az ilyen szalagokon mindkét oldalon centiméteres osztás is van, sőt az első deciméterben még a milliméterek is jelölve lehetnek. Beedzett számok jelölik a méterekeket. Legújabban már fémszálas mérőszalagokat is készítenek.

Az acélmérőszalag tartozéka 11 db jelzőszeg és 2 karika (52. ábra). A mérőszalag használata, vagyis a hossz mérése, más sík és más ferde terepen.

Szalagmérés sík terepen. Bár a szalagmérés helye a hossz két végpontja által adva van, mégis a mérés tartamára azt láthatóvá kell tennünk, az egyenest ki kell tűznünk. A kezdő- és végpont között a szalagnak mindenkor a két pontot összekötő egyenesen kell majd feküdnie. Minden ellenkező esetben ugyanis a két pont közötti tényleges távolságnál mindenkor hosszabb adatot kapunk (53. ábra).



53. ábra. Hibás szalagmérés kitűzetlen egyenesen



54. ábra. Az egyenes kitűzésének első lépése

Az egyenes kitűzése azzal kezdődik, hogy a mérendő hossz két végpontjába egy-egy kitűzőrudat szúrunk le a hossz-méréssel ellenkező oldalon a cövekek mögé (54. ábra). A rudak függőlegességét függélyezővel ellenőrizzük. Ezután az egyenes több pontjába kitűzőrudakat intünk be. Ha elegendő kitűzőrúdunk van, akkor leghelyesebb a méréshez használt szalag hosszának megfelelően szalag-hosszanként egyet beinteni, míg ellenkező esetben csak arra ügyeljünk, hogy a ru-

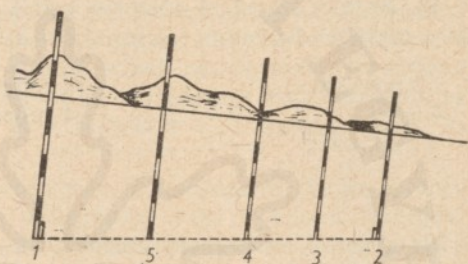
dak egyenletes távolságban legyenek beintve. Az egyenes kitűzésénél a beintő az egyik végpont mögött áll, míg a beintendő rudakkal egy figuráns a másik végpont felől közelít a beintő felé. A kitűzést ugyanis mindig a távolabbi rudak beintésével kell kezdeni, mert ellenkező esetben a rudak vastagsága zavarva kitűző munkánknál.

A kitűzés előtt figuránsunkat (segédmunkás) ki kell oktatni. Meg kell neki magyaráznunk azokat a karjeleket, amelyekkel a rudak beintése majd megtörténik. Arra is fel kell hívnunk figyelmét, hogy a rudakat súlypont felett fogja, és arccal a beintő felé fordulva testétől oldalt tartsa.

Leghelyesebb kitűzéskor mindig azzal a karral inteni, amely irányba a rudat el kell mozdítani. A karmozdulat nagysága pedig fejezze ki az elmozdulás mértékét. A függőlegesen feltartott kéz figyelmeztetést jelent, míg az ebből a helyzetből hirtelen lehúzott kéz a rúd leszúrására ad utasítást.

A beintő az egyenes kitűzését szabad szemmel végzi rendszerint, és csak igen hosszú vonalaknál vesszük igénybe a távcsövet.

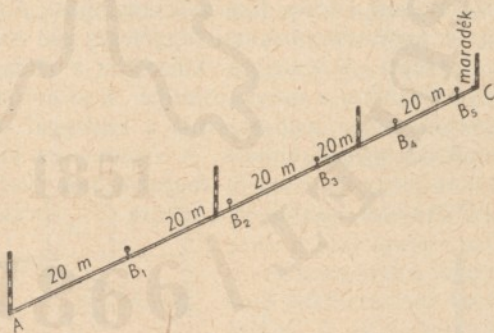
Akkor jó a kitűzés, ha a kitűzött egyenesen minden rúd szigorúan függőleges, és ugyanabban a síkban áll, amely az adott egyenesen megy át. Az 55. ábra egy kitűzött egyenest mutat. A rudak mellé írt számok pedig a rudak leszúrásának a sorrendjét mutatják.



55. ábra. Kitűzőrudakkal kitűzött egyenes

A kitűzött egyenesen elvégezhető most már a hossz mérés (56. ábra). A feladathoz két segédmunkás szükséges. Az egyik megfogja a szalag végét, valamint az egyik karikát (szeg nélkül), és ráhelyezi a szalag kezdő osztását a mérendő hossz kezdőpontjára (A).

A másik segédmunkás tartja a szalag ellenkező végét, valamint a 11 szeggel telt karikát, s megindul a mérés irányában. A szalagot a társa utasításai alapján lefekteti az egyenesbe, majd közepes erővel kihúzza, kifeszítve leszúr egy szeget a szalag elején levő jel mellett (B_1). Ezután a szalagot kézben tartva haladnak tovább. A leszúrt szeg előtt egy-két lépéssel a hátsó figuráns figyelmeztetést ad az elől menőnek az újabb szalaghossz lefektetésére. A hátsó figuráns megfogván a leszúrt szeget, ráakasztja a



56. ábra. Hosszmérés kitűzött egyenesen

szalagot úgy, hogy a végosztás a szeghez kerüljön. Beinti az egyenesbe a teljes szalagot (az elülső igazít csak), az elülső, közepesen megfeszítve azt, újabb szeget szúr le a végosztásnál a lefektetett újabb szalaghossz jelölésére (B_2). A hátsó ekkor az először leszúrt szöget felhúzáván ráakasztja az eddig még üres karikára. És így haladnak tovább.

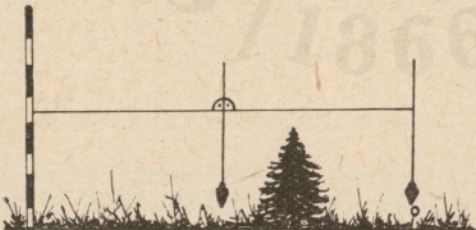
Ha mind a 10., mind pedig a 11. szeg is a földben van, akkor a 10. szegnek a karikára helyezése után karikát cserél a két figuráns. Előre kerül újból a szegekkel telt karika, míg hátulra az üres, ill. az első szeg.

Az egyenesben leszúrt utolsó szeg (B_5) és a végpont (C) közötti maradék távolságot leolvasva a szegek segítségével képezhetjük a teljes hosszt. Azt kell csak megállapítani, hogy hányszor történt szegcseré (annyiszor 10 szalaghosszt fektettünk), és meg kell számolnunk, hogy a mérés befejezésekor hátul hány szeg volt (annyi a teljes szalaghossz).

Pl. 20 m-es szalaggal dolgozva volt 1 szegcseré, hátul maradt 4 szeg, és a maradék leolvasás 8,2 m, akkor a hossz:

1 szegcseré	10 teljes szalaghossz	200,0 m
4 szeg	4 teljes szalaghossz	80,0 m
+ maradék		8,2 m
		288,2 m

Ha a kezdő- és végpont között a terep ugyan sík, de az egyenesben a földre nem fektethető a szalag valamilyen akadály miatt (pl. zombék, bokor stb.), akkor — ha az akadály el nem távolítható — a szalagot vízszintesen a terep fölé kell emelnünk. A felemelés kezdetén ilyenkor egy az egyenesbe beintett függőleges rúd mellé a leghelyesebb tartani a szalagvéget. A vízszintes kifeszítést a szalag közepén tartott függőle-zővel ellenőrzi a mérés vezetője. A zsinórnak ugyanis mindkét oldalon egyenlő szöget kell bezárnia a szalaggal. Ez szabad szemmel is igen pontosan megállapítható. A vízszintesen kifeszített szalag másik végét azután vagy egy másik függőle-zővel, vagy egy függőlegesen tartott kitűzőrúddal vetítjük le a talajra (57. ábra).

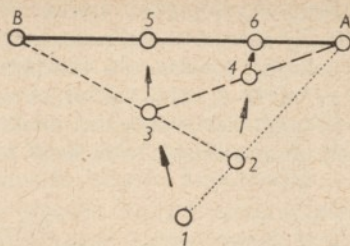


57. ábra. Hosszmérés felemelt szalaggal

Szalagmérés ferde terepen. A feladatot itt is az egyenes kitűzésével kezdjük. Ferde terep esetében azonban nem alkalmazhatjuk mindig az előbb ismertetett eljárást, mivel a mérendő egyenes két végpontja sokszor nem látható egymásból a közöttük levő domb, emelkedő miatt. Az

emelkedőről, mivel a terep nyílt, a két végpont vizont látható. (Fedett terepen alkalmazandó kitűzési eljárást majd a későbbiek folyamán külön tárgyaljuk.)

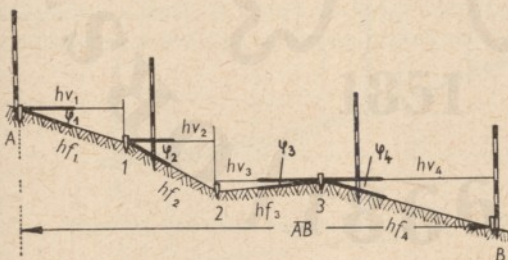
Az egyenes kitűzése itt is a végpontban történő rúd leszúráásával kezdődik (58. ábra, A, B pont). Ezután a mérés vezetője egy segédmunkással felmegy az emelkedőre, és ott két kitűzőrudat leszúrat úgy, hogy a két leszúrt kitűzőrúd és az egyik végpont egy egyenest mutasson ($1, 2, A$). Ezután a 2. pont előtt állva az 1. pontból kiemelt rudat 3. pontba inti be úgy, hogy a 2, 3, B pontok egy egyenest alkossanak. Ezután a 2. pontban álló rúd lesz áthelyezve egy 4. pontba, és így a 3, 4, A pontok adnak egy egyenest. Ily módon folyik azután a rudak áthelyezésével az AB egyenes kitűzése, amit az emelkedőre felvitt két rúd 5. és 6. helyzetbe való leszúrása után ki is tűztünk.



58. ábra. Egyenes kitűzése ferde terepen

Az egyenes kitűzése után következhet a hossz-mérés. Ferde terepen ezt kétféleképpen végezhetjük: szalagunkat vagy a talajra fektetjük, mint vízszintes terepen — ekkor ferde hosszakat mérünk —, vagy pedig a mérést mindjárt vízszintesre kifeszített szalaggal eszközöljük.

Szalagmérés ferde terepen ferde hosszak mérésével. A kitűzött egyenesen előbb ki kell tűznünk az ún. *lejtőréspontokat* (59. ábra, 1., 2., 3. pontok). Ezek a terepnek azon jellegzetes pontjai, amelyek között a terep egyenletes lejtésű vagy emelkedésű, illetve amelyeknél a terep lejtését megváltoztatja. Ezután a már ismert módon a szalagnak a talajra való lefektetésével mérjük az A és 1. pontok között a ferde távolságot (h_{f1} -et), az 1. és 2. pontok között h_{f2} -t, a 2. és 3. pontok között



59. ábra

Szalagmérés ferde terepen ferde hosszak mérésével

a h_{f3} -at, és végül a 3. és B pontok között a h_{f4} -et. Tekintve, hogy föld-mérésben mindig a két pont közötti vízszintes távolságra van szükségünk, ezért a mért ferde hosszaknak megfelelő vízszintes hosszak szá-

mításához szükségünk van az 59. ábra szerint a lejtzőgek ismeretére. Lejtzőg alatt a ferde hosszaknak a vízszintessel bezárt szögét értjük.

Geológus kompasszal (később majd szó lesz róla) sorban mérjük a φ_1 , φ_2 , φ_3 és φ_4 lejtzőgeket. A mért ferde hossz- és lejtzőg egy olyan derékszögű háromszög alkotórészei, ahol a szög melletti befogó a keresett részvízszintes. Felírható tehát, hogy

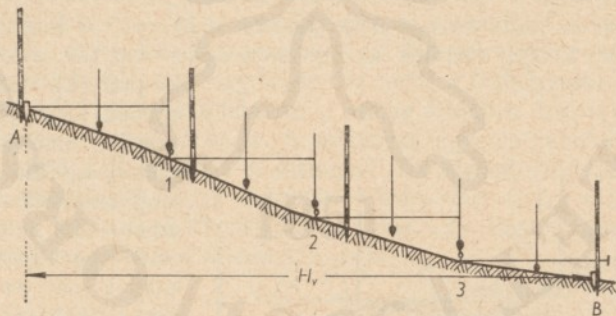
$$\cos \varphi_1 = \frac{h_{v1}}{h_{f1}}$$

$$\text{ebből } h_{v1} = h_{f1} \cdot \cos \varphi_1$$

A többi mért ferde hossz és a hozzá tartozó lejtzőg cosinusával így számíthatjuk sorban az összes részvízszintest, amelyek összegezésével kapjuk meg azután a keresett AB vízszintes távolságot.

$$\overline{AB} = h_{v1} + h_{v2} + h_{v3} + h_{v4}$$

Ez az eljárás nehézkes, nem gyakorlatias. Ha a terep nem nagyon meredek, akkor inkább alkalmazzuk a szalagmérés ferde terepen vízszintesre kifeszített szalaggal esetét (60. ábra).



60. ábra. Szalagmérés ferde terepen vízszintesen kifeszített szalaggal

A feladat A és B pontok között a vízszintes távolság meghatározása ($H_v = ?$). Az egyenes kitűzése után a szalag egyik vége A pontba kerül. (Mindig lefelé haladjunk a méréssel.) A szalag másik végét a másik figuráns felemeli a terep fölé. A felemelt szalag mellé középen a mérés vezetője egy függélyezőt tartva ellenőrzi a szalag helyzetét. Vízszintes kifeszítéssel egy másik függélyezővel a levegőben levő szalag végét egy harmadik figuráns levetíti a földre. A kapott pontban leszúrunk egy

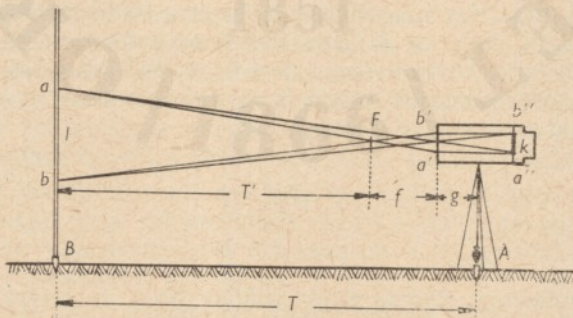
szeget. Továbbhaladás után a hátsó szalagvég most a leszúrt szegre kerül, majd a szalag felemelése, kifeszítésének ellenőrzése után a levített szalagvéget a második szeggel megjelölik. És így tovább. A végpont előtt keletkező résztávolság leolvasása végett most a végpont helyét visszük fel függélyezővel a vízszintesen kifeszített szalagra, és így határozzuk meg a teljes szalaghosszon belüli résztávolságot. H_v -est a sikterepen végzett távolságmérésnél tanultak alapján képezhetjük.

Ha a terep nagyon meredek, akkor célszerű ferde hosszakat mérni még akkor is, ha esetleg nem teljes szalaghosszt, hanem annak kisebb-nagyobb részét akarnánk a talaj felett vízszintesen kifeszíteni.

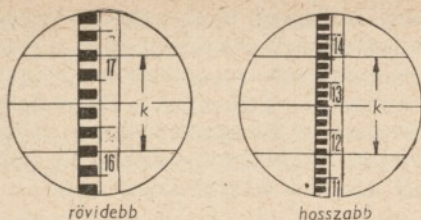
Közzetett távolságmérés

A közzetett távolságmérés alapja hasonló háromszögek létesítése, amelyekből az ismeretlen adat, a keresett távolság kiszámítható. A hasonló háromszögeket műszer hozza létre. Minden három vízszintes irányzásal távcsővel felszerelt műszer alkalmas erre a feladatra. Az irányzószálakkal történő (optikai) távolságmérést — feltalálója után — *Reichenbach-féle* távolságmérésnek nevezi a gyakorlat. Történhet vízszintes és ferde irányzással.

Reichenbach-féle távolságmérő alkalmazása vízszintes irányzással (61. ábra). *A* és *B* pont közötti *T* távolság meghatározása céljából *A* pontban felállók a műszerrel központosan és vízszintesen (ez utóbbin egyes műszeralkotórészek vízszintesítését értjük), míg a másik végpontban a figuráns egy a távolságméréshez szükséges 4 m hosszú lécet állít fel függőlegesen. Távcsővel közel vízszintes irányzótengely mellett megirányozom a lécet. A lécnél csak egy szakaszát látom. Ha közelebb van a műszerhez a léc, akkor kisebb szakaszát, ha távolabb, akkor nagyobb



61. ábra. Reichenbach-féle távolságmérő alkalmazása vízszintes irányzással



62. ábra. A távolságmérő lécek képe különböző távolságokból

szerinti helyzetben a képképzést — a távcsőnél tanultak értelmében — visszafelé végezzük a diafragmától. Jelen esetben tehát az ab szakasz látható.

A műszer két hasonló háromszöget hozott létre:

$$abF\Delta \sim a'b'F'\Delta$$

mivel megfelelő szögeik egyenlőek. Hasonló háromszögekben pedig a megfelelő oldalak, ill. a megfelelő alkotórészek aránya is egyenlő, felírhatjuk tehát, hogy

$$T' : ab = f : a'b'$$

$$\text{ebből } T' = \frac{f \cdot ab}{a'b'}$$

A távolságmérő lécek centiméteres beosztásúak fekete-fehér váltakozó olajfestés után, így a centiméteren belül a millimétereket becsülve megállapíthatjuk, hogy az ab léczszakasz hány milliméter. Vagyis ab ismert lesz. Jelöljük röviden l -lel a lécről történő leolvasás után. $a'b'$ pedig — a párhuzamosok között levő párhuzamosok egyenlőek elv alapján — egyenlő $a''b'' = k$ -val. Tehát:

$$T' = \frac{f}{k} \cdot l$$

$\frac{f}{k}$ minden műszernél állandó érték, jelöljük b -vel, és nevezzük szorzó-állandónak. Így

$$T' = bl$$

szakaszát szemlélhetjük (62. ábra). A lécnak mindig csak azt a szakaszát vesszük számításba, amely a három vízszintes szál közül a felső és az alsó között jelentkezik. A figyelembe vett képhossz (k) így mindig állandó, csak a távolságtól függően a lécnak a látható szakasza kisebb vagy nagyobb a két szál között. Ennek megfelelően a 61. ábra

Ez a T' tehát a távolságméréskor az örökké változó érték, Értékét „ l' ”, a lécs látható részének a nagysága befolyásolja, amint azt a 62. ábra alapján már láthattuk. A teljes távolság most már felírható:

$$T = T' + f + g$$

behelyettesítve T' értékét

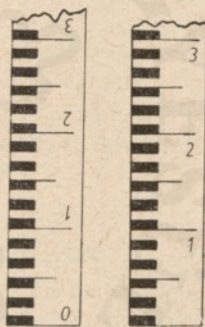
$$T = bl + f + g$$

$(f + g)$ is műszerenként állandó érték, jelölhetjük röviden a -val és nevezzük összeadóállandónak, így a távolságmegállapító képletünk:

$$T = bl + a$$

Az optikai távolságmérő műszereket úgy szerkesztik, hogy b értéke 100 legyen. Mind b , mind pedig az a értéke a műszerek ládájában levő műszerismertetőből leolvasható.

A képletben ismeretlen l értékét a távolságmérő lécről olvassuk le. A 4 m hosszú lécs száraz, olajban kifőzött és olajfestékekkel bevont fenyőfából készül, méteres vagy öles beosztással. Méteres osztás esetén a deciméterek meg vannak számozva (63. ábra), s a legkisebb osztás centiméter, tehát a milliméterek is jól becsülhetők. Egyes lécekre a számokat fordítva festik, mert a távcső a képet visszafordítja. Öles osztású lécnél a tizedölek jelzése azonos a deciméterjelzéssel, a századöleké a cm-jelzéssel, és így az ezredöleket kell becsülnünk.

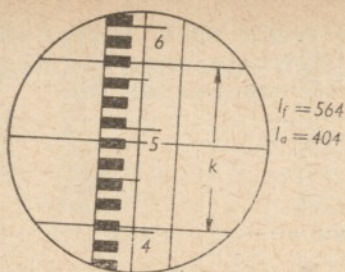


63. ábra
Távolságmérő lécs

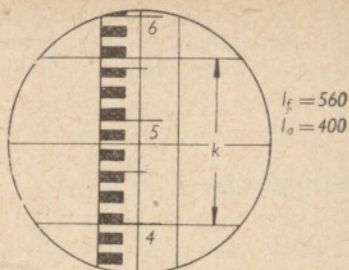
Az l értékét úgy kapom meg tehát, hogy a már tanultak szerint megírányzott lécről leolvasok a felső és alsó vízszintes szálnál (a mm-eket becsülve), és a kettő különbségét képezem (64. ábra). Ellenőrzésül kiszámítom a két leolvasás számtani középértékét, amely 1—2 mm eltéréssel a középső szálnál nyerhető leolvasást kell hogy adja.

Az egyik becslésből eredő pontatlanság kiküszöbölésére a távcsövet kissé emelhetjük vagy süllyeszthetjük, hogy a két vízszintes szál közül az egyik a lécs valamelyik kerek osztására essen, és így csak a másikon kell a mm-t becsülnünk (65. ábra).

A $b=100$ -as szorzóállandó azt jelenti, hogy a lécről — a két távolságmérő szál között — leolvasott értéket 100-zal szorozni kell, vagyis természetbeni távolságban a dm-nek 10 méter, a cm-nek méter és a

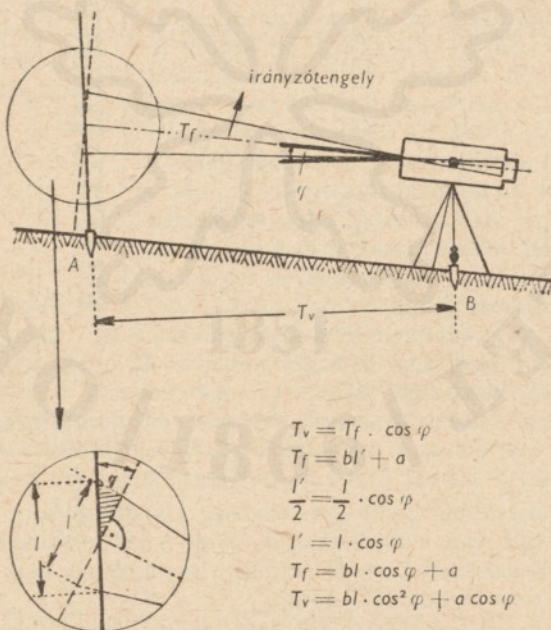


64. ábra. Leolvasás
a lécről beállítás nélkül



65. ábra. Leolvasás
a lécről beállítás után

milliméternek pedig tizedméter, azaz deciméter felel meg. Ezért a gyakorlatban úgy járunk el, hogy a távolságmérő lécről a két szál közötti távolságot cm egységben leolvassuk (természetesen a tizedcentimétert becsülve), és a 100-as szorzóállandó következtében ez mindjárt méterekben jelenti a távolságot. A képlet szerint ez az érték tehát bl .



66. ábra. Reichenbach-féle távolságmérő alkalmazása
ferde irányzással

Optikai távolságméréskor ügyelnünk kell arra, hogy a lécet túlságosan mélyen ne irányozzuk meg. Ebben az esetben, minthogy a talaj közelében a levegő hőmérséklete más mint magasabban, a két távolságmérő szálhoz érkező fénysugarak törése igen különböző lesz, és így hibás távolsági értéket mérünk. Általában az alsó vízszintes szálnak legalább 50 cm magasságban kell metszenie a távolságmérő lécet. Leghelyesebb — különösen vízszintes terepen — kb. a távcső magasságában irányozni. Ajánlatos a lécet dobozlibellával ellátni, hogy az mindig függőlegesen kerüljön megirányzásra.

A Reichenbach-féle távolságmérő alkalmazása ferde irányzással. A Reichenbach-féle távolságmérőnek az előbb ismertetett képlete csak akkor érvényes, ha a mérőléc pontosan merőlegesen áll az irányzótengelyre, azaz ha a léc függőleges, a távcső irányzótengelye pedig vízszintes. Ferde terepen — domb- vagy hegyoldalon — lécünk minden további nélkül függőleges maradhat, de a távcsövünket már kénytelenek vagyunk megemelni (vagy lehajtani), ha a lécet látni akarjuk (66. ábra). Távcsövünk irányzótengelye tehát ferde lesz. Természetes, hogy ilyenkor nem a vízszintes távolságot, hanem a ferdét mérjük (T_f), amelyet azonban át kell számítanunk vízszintesre. Meg kell tehát állapítanunk annak a szögnek az értékét is, amelyet a ferde irányzótengely a vízszintes iránnyal bezár. Ez a szög a hajlásszög. Értékét a távcsövek mellett levő függőleges osztott körről olvashatjuk le.

Ha hajlásszögünk értéke φ , lécleolvasásunk l , az összeadóállandó a , a szorzóállandó pedig b , akkor a vízszintes távolságot ferde irányzás esetén a következő képlet adja:

$$T_v = bl \cos^2 \varphi + a \cos \varphi$$

Bármely hegyesszög cosinusának értéke 1 és 0 között mindig az 1 alatt van, vagyis kicsi érték. Ezért a képletben a szintén kis értékű összeadóállandóval való szorzását (az összeadóállandó redukálását) el is hanyagolja a gyakorlat. A $bl \cos^2 \varphi$ szorzathoz csak az összeadóállandót adjuk hozzá. A $bl \cos^2 \varphi$ értékének a kiszámítására külön táblázat áll rendelkezésünkre. Ezek a táblázatok az ún. redukáló táblázatok. (Redukáláson a mért ferde hosszak megfelelő vízszintes távolság kiszámítását értjük.) Az 1. táblázat egy redukáló táblázat részét mutatja. (Lásd a következő oldalon.)

A távolság redukálására, a redukáló táblázat használatára nézzük a következő példát.

Pl. ferde irányzáskor leolvasott távolságunk $bl = 62,4$ m. Mért hajlásszögünk $\varphi = +21^\circ 30'$. Műszerünk szorzóállandója $b = 100$, az összeadóállandó pedig 0,36 m. Számítsuk ki a vízszintes távolságot a redukáló táblázat segítségével. A bl értékét részleteiben redukáljuk.

1. táblázat. Hosszredukáló táblázat

Leolvasott hossz	Vízszintes hossz az alábbi hajlásszög esetén					
	21°					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
10	8,72	8,70	8,68	8,66	8,64	8,62
20	17,43	17,39	17,35	17,31	17,27	17,23
30	26,15	26,09	26,03	25,97	25,91	25,85
40	34,86	34,78	34,71	34,63	34,55	34,47
50	43,58	43,48	43,38	43,28	43,18	43,08
60	52,29	52,18	52,06	51,94	51,82	51,70
70	61,01	60,87	60,74	60,60	60,46	60,32
80	69,73	69,57	69,41	69,25	69,10	68,93
90	78,44	78,27	78,09	77,91	77,73	77,55

A táblázatból ugyanis nem lehet azonnal kiolvasni 62,4 m-nek 21°30' melletti vízszintes értékét.

21°30' mellett megnézzük előbb a 60 m-nek megfelelő vízszintes hosszt: ez 51,94 m. 2 m redukálását 20 m-nél olvassuk ki, de az eredményt természetesen tízzel osztanunk kell, tehát így: 1,731 m. 0,4 helyett 40 m-nél olvassuk ki a redukált hosszt, és azt százal osztva kapjuk 0,4 m-nek redukált értékét: 0,346 m. Vagyis a 62,4 m-t részleteiben számítjuk át, s a részleteket összeadjuk:

60 m ferde	51,940 m vízszintes
2 m ferde	1,731 m vízszintes
0,4 m ferde	0,345 m vízszintes

$$\begin{array}{rcl} \text{tehát } bl \cos^2 \varphi = & 54,017 \text{ m vízszintes} \\ + a & = & + 0,360 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{és így } T_v = bl \cos^2 \varphi + a \cos \varphi = & 54,377 \text{ m vízszintes} \\ 62,4 \text{ m-nek } 21^\circ 30' \text{ mellett tehát} & 54,377 \text{ m vízszintes} \\ \text{távolság felel meg.} & & \end{array}$$

A 2. táblázat a redukáló táblázat elejét mutatja.

A benne levő számadatokat vizsgálva beláthatjuk, hogy a közel 0° körül történő távolságmérések esetében a közvetlenül leolvasott értékek és a nekik megfelelő vízszintesek között vagy semmi, vagy alig van eltérés. Ez indokolja a vízszintes irányzással végrehajtott távolságmérésnél azt az engedményt, hogy közel vízszintesesen is irányozhatunk.

2. táblázat. Hosszredukáló táblázat

Leolvasott hossz	Vízszintes hossz az alábbi hajlásszög esetén					
	1°					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
10	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	9,99
20	20,00	20,00	19,99	19,99	19,99	19,99
30	30,00	29,99	29,99	29,99	29,99	29,98
40	39,99	39,99	39,99	39,99	39,98	39,98
50	49,99	49,99	49,99	49,98	49,98	49,97
60	59,99	59,99	59,98	59,98	59,97	59,97
70	69,99	69,99	69,98	69,98	69,97	69,96
80	79,99	79,98	79,98	79,97	79,97	79,96
90	89,99	89,98	89,98	89,97	89,96	89,95

A szögek kitűzése és mérése

A pontok kölcsönös helyzetének meghatározásához szükségünk van a pontokat összekötő egyenesek hosszán kívül azok irányának, illetve az egyenesek egymással bezárt szögeinek ismeretére is.

Az erdészeti földmérés során előforduló szögek két nagy csoportba oszthatók aszerint, hogy milyen síkban vannak: vízszintes és függőleges síkbeli szögek csoportjába.

A vízszintes síkbeli szögek kétfélék:

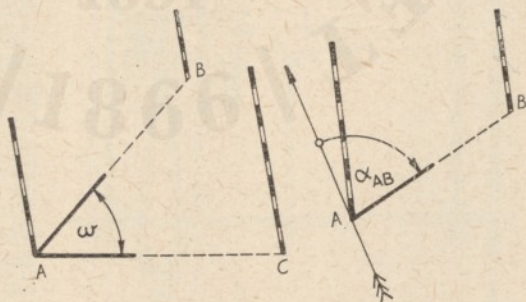
a) egy vagy több irány vízszintes vetületének egy állandó kezdő-iránnyal képezett szöge: az irányszög vagy azimut (jele: α);

b) az egy pontból kiinduló vonalak által meghatározott szög pedig a közbezárt szög (jele: ω).

Függőleges síkban bennünket csak azok a szögek érdekelnek, amelyeknél az egyik szög-szár iránya a vízszintes. Ezek a *lejtőszög*, a *hajlásszög*. Már ismerjük őket a távolságmérésből. Jelük: φ .

Felsőbbrendű méréseknél a függőleges síkbeli szögek egyik szög-szárának az iránya a függőleges.

A 67. ábra egy közbezárt szöget és egy



67. ábra. Egy közbezárt és egy irányszög

irányszöget mutat, amely utóbbinál az állandó irány a mágneses észak-déli irány.

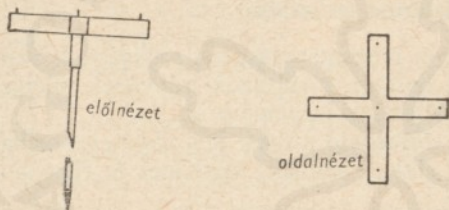
A szögtűző mérésére használt műszerek két csoportba oszthatók:

a) *Szögtűző műszerek*, amelyekkel csak egy meghatározott szöget tűzhetünk ki, ill. mérhetünk meg. Ezek a műszerek általában csak vízszintes síkbeli szögek kitűzésére vagy megmérésére alkalmasak.

b) *Tetszőleges szögek mérésére és kitűzésére szolgáló műszerek*, amelyekkel már nemcsak vízszintes, hanem függőleges síkbeli szögeket is tudunk mérni, ill. kitűzni.

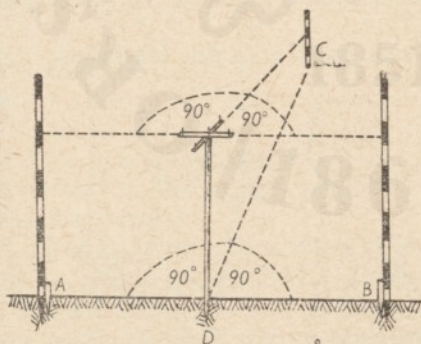
Szögtűző műszerek

A szögtűző kereszt (68. ábra). Két egymásra merőlegesen elhelyezett és középen összeerősített lécből áll. Aljára a botállvány megerősítése céljából hüvely van szerelve, felső lapjába pedig a keresztezési ponttól egyenlő távolságokra négy tű vagy szeg van a lécekbe beverve. Ezeknek



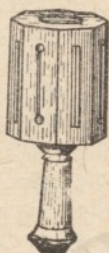
68. ábra. Szögtűző kereszt

hármásával egy-egy egyenest kell adniok, amely egyenesek egymásra merőlegesek. A szögtűzőkereszt segítségével megy végbe az irányzás. Derékszögek kitűzésére alkalmas eszköz (69. ábra). Geodéziai célokra pontatlansága miatt csak ritkán használják.



69. ábra. Derékszög kitűzése szögtűző kereszttel

A szögtűző dob belül üres fémhasáb vagy henger, alsó részén botállványra húzható hüvellyel (70. ábra). A hasáb vagy henger oldalán több szemnyílás vagy szemhasadék van, a szemben levő oldalakon tárgynyílást találunk, amelyeken lószörszál van kifeszítve. Az irányzás a szemnyíláson és a tárgynyílásban kifeszített lószörszálon keresztül történik. Az irányvonalak egymással 45° - és 90° -ot zárnak be, tehát nemcsak derékszög, hanem 45° -os szög mérésére, ill. kitűzésére is alkalmas.



70. ábra. Szögtűző dob



71. ábra. Szögtűző tükör

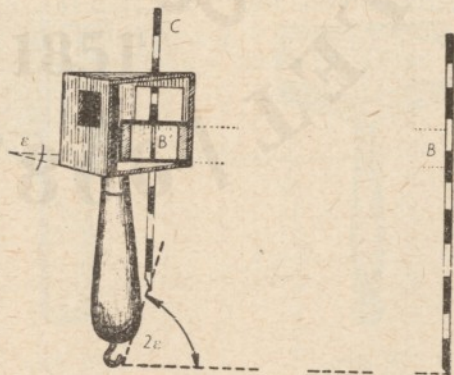
A szögtűző tükör (71. ábra) két egymáshoz szög alatt hajló siktükörből áll, amelyek fémfoglatatra vannak ráerősítve. A foglatat alsó oldalán fogantyú van, amelyre függélyező akasztható abból a célból, hogy segítségével a kitűzött közbezárt szög csúcsát a földre vetíthessük, vagy a csúcsra állhassunk.

Szögtűző tükörrel mindig kétszer akkora szöget tűzhetünk ki, mint amekkora szöget a két tükör egymással bezár.

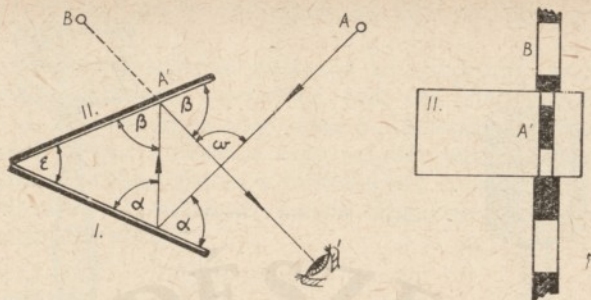
Tehát, ha két tükör 45° alatt hajlik egymáshoz, akkor az ilyen tükörrel 90° -ot, azaz derékszöget tudunk kitűzni.

Kitűzésnél adva van mindig az egyik szögcsár két végpontjával. Az egyik végpontra felállunk a tükörrel a függélyező segítségével, míg a szögcsár másik végpontjába kitűzőrudat szúrunk (72. ábra). A tükröt az ábra szerint kell tartani. A fizikában tanult

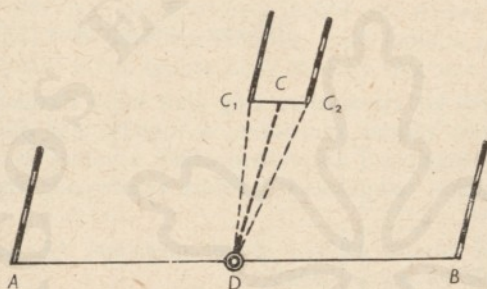
alaptörvények értelmében (fényvisszaverődés) a szemben levő tükörben megjelenik a jobbra álló rúd képe. E kép fölött magunk elé egy kitűző rudat intek be, akkor kétszerakkora szöget tűzünk ki, mint a tükrök által bezárt szög. Ezt láthatjuk grafikus bizonyítással a 73. ábra bal oldali részén. „A” a tőlünk jobbra levő kitűzőrúd,



72. ábra. Kitűzés szögtűző tükörrel



73. ábra. A fénysugár útja a szögtűző tükörben



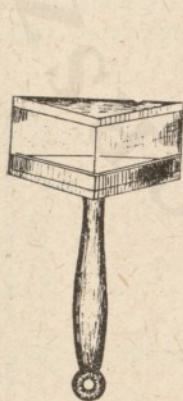
74. ábra. A szögtűző tükör beállításának ellenőrzése

„B” pedig az A képe fölött beintett rúd. Mivel a két tükör által közbezárt szög $\varepsilon = 45^\circ$ jelen esetben, így a mindkét kítűzőrúdról a szemembe érkező (Sz) fénysugarak által bezárt szög (ω), amint azt az ábra is tanúsítja, derékszög. Az ábra jobb oldali része a helyes kítűzés képét mutatja.

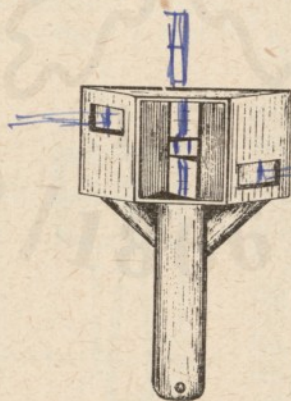
Vannak olyan tükrök is, amelyek tetszőleges szög kítűzésére is alkalmasak. Ezeknél a két tükör által bezárt szög szabályozható, beállítható a foglalatban levő igazító csavarokkal.

Használatbavétel előtt a 45° -os tükröt meg kell vizsgálni, hogy valóban 90° -ot tűz-e ki.

Nagy gondgal kítűzük egy egyenes 3 pontját (74. ábra, A , D , B pont). Ezután D -ben felállva a tükörrel merő-



75. ábra.
Egyszerű háromoldali
prizma



76. ábra.
„Duplex” kettős prizma

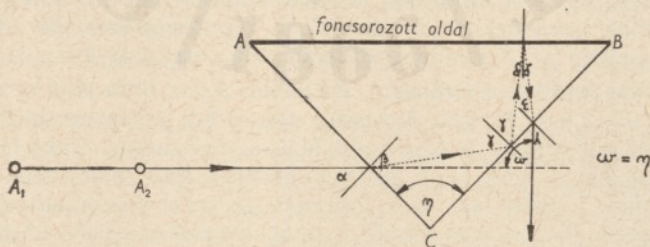
legest tűzünk ki az AD egyenesre (C_1). Ugyanígy tűzzük ki most a DB egyeneshez a merőlegest, kapjuk C_2 -t. Ha C_1 és C_2 egybeesik, a tükör jó, ha nem, úgy kiigazításra mérnöknek vagy műszerésznek adjuk át.

A szögtűző tükör mintegy 40 m távolságig alkalmazható előnyösen, mert a kitűzési hibája 2'.

A szögtűző prizma. A szögtűző prizmák egyenletes szövetű, korona- vagy flintüvegből csiszolt három, négy vagy öt oldalú hasábok. 90° és 180° kitűzésére szolgálnak. Az üvegtest fémfoglalatba van beerősítve, amelyet fogantyúval is ellátnak, hogy a függélyezőt rá lehessen erősíteni zsinórával. Ha a fémfoglalatban csak egy prizmat látunk, akkor az ilyen prizma az *egyszerű prizma*; ha pedig a fémfoglalatban két prizma van egymás fölött, akkor ez az ún. *kettős prizma*. Az egyszerű prizmával 90° -ot, a kettős prizmákkal már 180° -ot is ki tudunk tűzni. A 75. ábra egy egyszerű, háromoldalú prizmat ábrázol, míg a 76. ábra a magyar „Duplex” kettős prizmat mutatja be.

Mint minden üvegtest, úgy a prizmák is a rájuk érkező fénysugarakat átbocsátják magukon. Fizikából már ismerjük a prizma fénytani törvényszerűségeit, s így könnyen nyomon követhetjük a fénysugár útját pl. egy egyszerű háromoldalú prizma esetében (77. ábra).

A_1 A_2 kitűzőrudak felől érkezik a fénysugár a prizma BC oldalához α szög alatt. Ritkább közegből sűrűbb közegbe haladva a fénysugár a beesési merőlegeshez törik (β kisebb mint α). A CA oldalra γ szög alatt jut el. Ez nagyobb, mint 42° , így az AC oldal úgy viselkedik, mintha tükörfelület lenne, vagyis a fénysugár ugyancsak γ szög alatt visszaverődik az AB oldalra (ez az ún. teljes visszaverődés). Az AB oldal foncsorozva van, tehát tükörfelületként viselkedve a δ szög alatt érkező fénysugár ugyancsak δ szög alatt újból az AC oldalra verődik vissza. Itt az ε szög már kisebb, mint 42° , ezért a fénysugár kilép a prizmából. Mivel optikailag sűrűbb közegből ritkábbba lép, a beesési merőlegestől törik α szög alatt. A prizmához érkező és a prizmából kilépő sugár

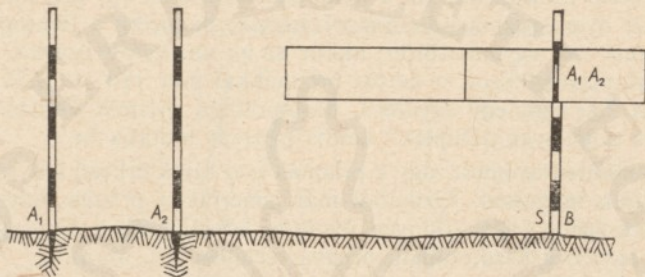


77. ábra. A fénysugár útja egy egyszerű háromoldalú prizmában

által bezárt szög (ω) ugyanakkora, mint a prizma BC és AC oldala által bezárt η szög.

A prizma tehát akkora szög kitűzésére alkalmas, amekkora szöget két rövidebb oldala, azaz a szárai egymással bezárnak.

Ez azonban csak akkor áll, ha a prizmában kétszer volt fényvisszaverődés. Erről úgy győződünk meg, hogy a prizmát a függőleges tengely körül kismértékig elforgatjuk. Ha forgatás közben a kép nem mozdul el, akkor a helyes képet látjuk, de ha elmozdul, akkor az egyszeres fényvisszaverődés miatt helytelenül használtuk a prizmát.



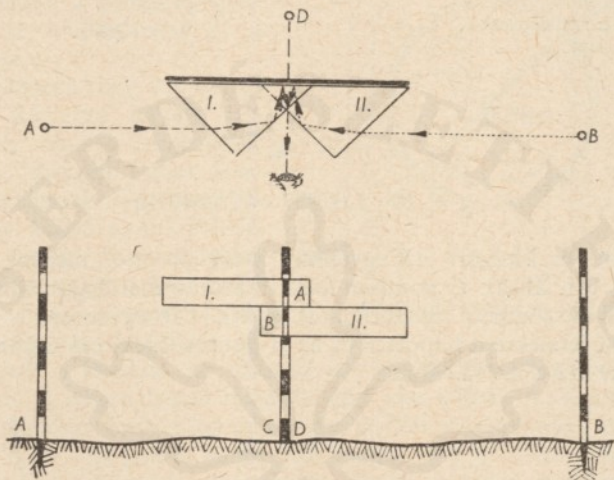
78. ábra. Derékszög kitűzése egyszerű háromoldalú prizmával

Az egyszerű háromoldalú prizmával való kitűzés végrehajtását a 78. ábrán láthatjuk előlnézetben.

$A_1 A_2 S$ egyenes S pontjában kell merőlegest kitűznünk az egyenesre. S pontban úgy állunk fel a prizmával, hogy a foncsorozott oldal párhuzamos legyen az adott egyenessel. Ezután addig megyünk előre vagy hátra, amíg az A_1 és A_2 pontban levő kitűzőrudak képe teljesen fedi egymást a prizmában. Most ugyanabban az irányban, mint amelyben a prizma néztünk, elnézünk a prizma felett, akkor be tudjuk inteni B pontba a kitűzőrudat úgy, hogy a prizmában látjuk az A_1 és A_2 pontokban levő kitűzőrudak képét, és felettük szemléljük a B pontban levő kitűzőrudat, amelynek a középvonala a kép középvonalába esik. Ebben az esetben az S pontban kitűzött szög derékszög lesz.

A feladat fordítva is előfordul. Adva van $A_1 A_2$ pont által az egyenes és azon kívül egy B pont. Keressük meg B -ből az egyenesre állítható merőleges talppontját. A körülbelüli helyen prizmánkkal addig megyünk előre vagy hátra, amíg az A_1 és A_2 pontokban levő rudak képe egynek nem látszik. Ezután már csak jobbra vagy balra mozdulunk el addig, amíg a prizmában egynek látszó A_1 és A_2 képével a prizma felett elnézve a B pontban levő rúd képe el nem vág. E pont a földre függőlegesen a talppont (S).

A kettős (Duplex) prizma használatát láthatjuk a 79. ábrán felül- és előlnézetben. Két háromoldalú prizma van itt egymás fölé helyezve úgy, hogy átfogóik párhuzamosak egymással. A felsőben csak a prizmától balra levő tárgyról jövő fénysugarak haladnak át, míg az alsóban a jobbról jövők.



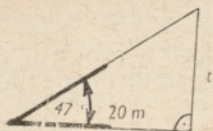
79. ábra. Derékszög kitűzése kettős prizmával

Kitűzéskor a kitűzendő derékszög leendő csúcspontjában felállunk (C). C az AB egyenes egy pontja. Prizmámmal akkor leszek C pont felett, ha előre-hátra mozogva az A és B pontokban levő rudak képe egymás felett egy egyenesbe esik. Mint az egyszerű prizmánál, úgy intjük be most is a kép felett egy vonalba magunk elé a merőleges irányt mutató kitűzőrudat.

Talppont keresését most már ezzel a prizmával is el tudjuk végezni az előbbi eset analógiájára.

Prizmákat a merőleges irány kitűzésére csak 40 m-ig célszerű használni, mivel azon felül már érzékelhető a kitűzött derékszögben levő hiba.

Tetszőleges szög kitűzése derékszögű szögtűzővel. Közvetett úton mind a tükrök, mind pedig a prizmákkal tetszőleges nagyságú szög is kitűzhető. A kitűzendő szöget egy derékszögű háromszög hegyesszögének tekintve, a szög melletti befogót tetszőleges — a lehetőség szerint azonban kerek — egész értékűnek felvesszük (pl. 20 m), és most már a tetszőlegesen felvett befogó és a kitűzendő szög tangensének ismeretében számíthatjuk a kitűzendő szöggel szemben fekvő befogó értékét.



80. ábra.
47°-os szög kitűzésének
elve

Pl. adott AB egyenes A pontján át tűzzünk ki az adott egyenessel 47° -os szöget bezáró egyenest. A 80. ábra szerint az elv alapján — az adott szög melletti befogót felvéve — számítjuk a szöggel szemben levő befogót: t — t .

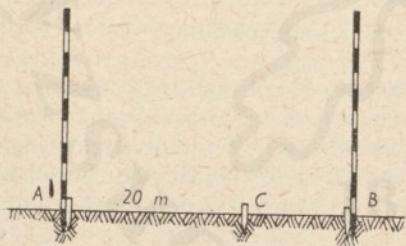
$$\operatorname{tg} 47^\circ = \frac{t}{20}$$

ebből

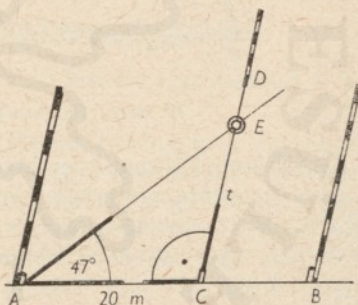
$$t = 20 \cdot \operatorname{tg} 47^\circ$$

$$t = 20 \cdot 1,07237 = 21,447 \text{ m}$$

Az adott és kitűzött AB egyenesre A -tól 20 m-t mérünk. Kapunk C pontot (81. ábra). C pontban felállva azután merőlegest tűzünk valamilyen derékszögtűző műszerrel (D pont). CD egyenesre a számított 21,447 m-t felmérve a kapott E és az A pontot összekötő egyenes 47° -os szöget zár AB -vel (82. ábra).



81. ábra. 47°-os szög kitűzésének első lépése



82. ábra. 47°-os szög kitűzésének
befejezése

Szögmérő műszerek

a) *Irányszög mérése.* Az irányszög a mérési vonalainknak egy állandó iránytól való elhajlását jelenti. Ha ez az állandó irány a mágneses, a delejes északi irány, akkor az irányszögeink delejes irányszögek, amelyek mérésére alkalmas műszerek a delejes szögmérő műszerek. Ezek egyrészt kijelölik, megmutatják a mágneses észak-déli irányt, másrészt mivel 360° -ra osztott körük van, alkalmasak arra, hogy meghatározzák

hassuk egy-egy mérési vonalnak a mágneses észak-déli iránnyal bezárt delejes irányszögét. Erdészeti gyakorlatban a legfontosabb delejes szögmérő műszerek: a kompasz vagy tájoló, a geológus kompasz, az olajkompasz és a busszola.

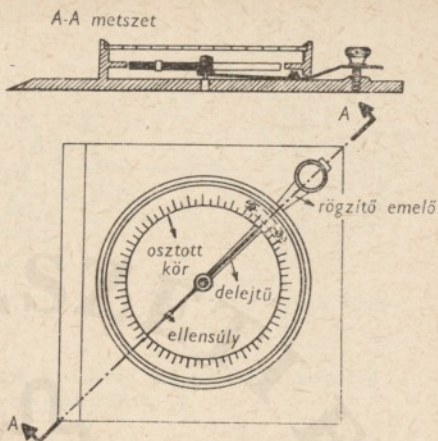
A kompasz vagy tájoló (83. ábra). Rézlapra szerelt, legtöbbször szintén sárgarézből készült, üveggel fedett fémház, amelynek középpontjában egy acéltű nyúlik felfelé. Ez az acéltű forgástengelye egy gránát vagy achát csapággal rajta nyugvó lapos tűnek, az ún. delejtűnek. E

delejtűnek a feladata az állandó irány kijelölése. E célból a tű egyik vége déli, a másik északi mágnességgel van telítve. A fizikából már ismert mágneses vonzás következtében a déli mágnességgel telített tűvég a föld északi mágneses sarka felé mutat, míg az északi mágnességgel telt a déli mágneses sarok irányába áll be. Nagyon fontos ezért, hogy semmi olyan anyagot ne tartalmazzon a kompasz, amely a delejtű mozgására hatással volna. Ilyen anyagok a vas, a nikkel, a földfémek stb. De vasgyár, vaskerítés, fejsze, fűrész, vasúti sínek, magasfeszültségű egyenáramú vezeték közelébe is befolyásolja a delejtű mozgását. Nem vonzza a delejtűt a réz, az ezüst, az arany, a mangán, az alumínium. Ezekből az anyagokból kell tehát minden kompasznak állania.

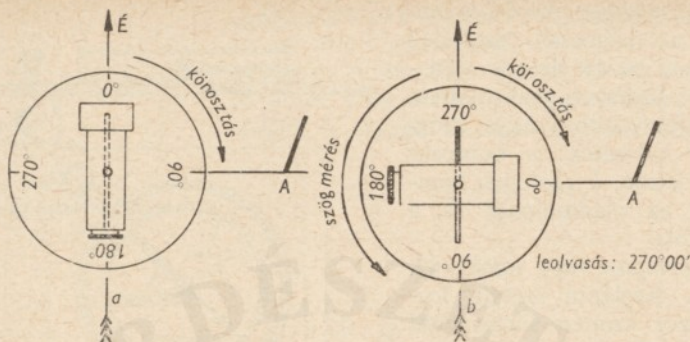
Megkülönböztetésül a tű déli mágnességgel telt vége kékre van festve, a másik vége pedig festetlen. Az acéltű, a kompasz tűjének a forgástengelye, nem lehet tompa, mert akkor az acéltű és a delejtű csapágya között fellépő súrlódás megakadályozná a delejtű pontos irányba való beállítását. Az acéltű hegyének és a kőcsapágnak a kopását késleltetjük azáltal, hogy a delejtűt egy kétkarú emelő segítségével felemeljük minden mérés után az acéltűről, és a fémház üvegfedeléhez szorítjuk. Az emelő csavarral rögzíthető. Ez a delejtű kötőcsavarja.

Ne feledjük el tehát, hogy *méréskor a kötőcsavar segítségével a delejtűt rá kell engedni az acéltűre, és hogy a mérés után pedig ugyancsak a csavar segítségével meg kell kötnünk a delejtűt.*

A kompasz fémházát fedő üvegnek, amelyet egy rézgyűrű szorít le, nemcsak a delejtű megkötésénél van szerepe, hanem az üveglap által védjük a delejtűt a szél, a csapadék, a por stb. káros hatásaitól.



83. ábra. Kompasz vagy tájoló



84. ábra. OA irányszög mérése az óramutató járásával megegyezően osztott körű kompasszal

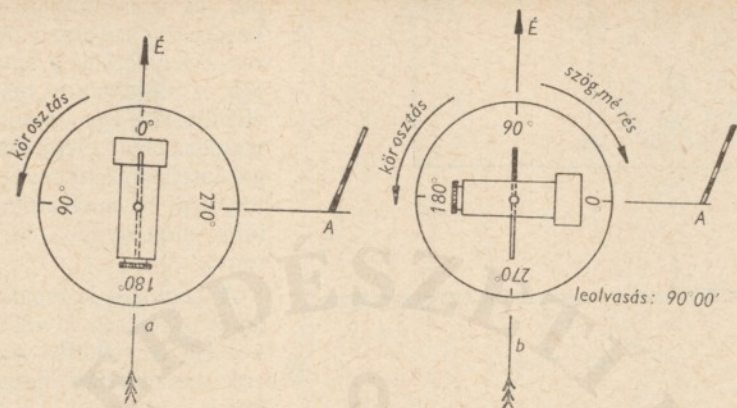
A delejes szögmérés a fémház kerületén levő, rendszerint ezüsből készült osztott kör segítségével válik lehetővé. Ez az osztott kör vagy az óramutató járásával egyezően, vagy azzal ellenkezően van beosztva 360° -ra.

Mérés közben a delejtű mindig az észak-déli irányt mutatja. Ebből az következik, hogy akkor a mérés elvégzéséhez az osztott körnek kell elmozdulnia. A 84. ábra egy az óramutató járásával egyezően beosztott körű kompaszt mutat. Mérjük meg vele az OA egyenes irányszögét. $\alpha_{OA} = ?$ (O pontban állunk, A az irányzott pont.) Ha OA egybeesne a mágneses észak-déli iránnyal, akkor delejes irányszögünk értéke pontosan $0^\circ 00'$ lenne (84. ábra). OA azonban más irányban van. Elforgatjuk műszerünket addig, amíg az osztott kör O osztása OA irányba nem kerül. Ekkor a delejtű pontosan $270^\circ 00'$ -re mutat. Ez tehát az OA irány delejes irányszöge. A 85. a és b ábra szerint ugyanannak az OA iránynak mértük meg a delejes irányszögét, de az óramutató járásával ellenkezően beosztott körű kompasszal.

α_{OA} ebben az esetben $= 90^\circ 00'$ -cel.

Az előbbi példából egy fontos tapasztalatot kell megjegyeznünk. Ha ugyanis a kompasz osztott köre az óramutató járásával ellenkező irányú, akkor a szöget az óramutató járásával megegyezően mérjük, ha viszont az osztott kör beosztási iránya egyezik az óramutató haladási irányával, akkor a szögmérés iránya ellentétes az óramutató járásának irányával.

Mivel a kompaszok mindkét beosztással készülnek, mérési jegyzőkönyvünkben fel kell tüntetnünk a műszer beosztásának az irányát a megfelelő irányba húzott kis nyíllal. A mért szögeknek a térképre történő felhordásakor a felhordó eszköz osztásirányát ugyanis ennek az



85. ábra. *OA* irányszög mérése az óramutató járásával ellenkezően osztott körű kompasszal

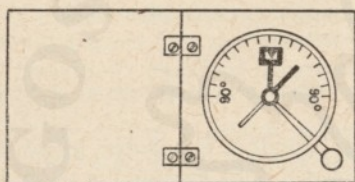
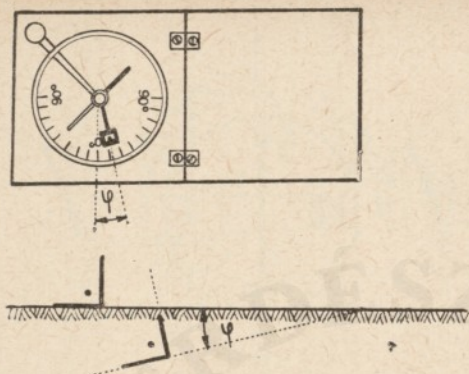
ismeretében kell megválasztanunk. Helytelen megválasztásnál a valószínű tükörképét kapnánk.

A kompasz alátétlapjának egyik vagy mindkét éle ferdén lecsiszolt. Ez lehetővé teszi a kompasznak felhordásnál való használatát is. A lecsiszolt él a rajzolóél.

A delejes irányszög értékének pontos leolvasásához jegyezzük meg, hogy ha a kompasz osztott körén csak fokok vannak, akkor a tizedfokokat becsüljük, így leolvasásunk pontossága: $0,1^\circ = 6'$. Ha azonban a foknak megfelelő távolság még három részre van beosztva, akkor ennek a harmadfoknak, $20'$ -nek a negyedét becsüljük. A pontosság tehát ebben az esetben $5'$. És ha az osztott körön a legkisebb leolvasható egység $30'$, akkor ennek a hatodrészt becsülve szintén $5'$ -es pontossággal olvasunk le.

A műszerekre szerelt kompaszoknak megfelelő pontosságúaknak kell lenniük, ezért a mérés megkezdése előtt, de mérés közben is időnként műszerésszel vagy mérnökkel meg kell vizsgáltatnunk.

A geológus (vagy bányász) kompasz. Kisméretű fadobozba szerelt, zsebben könnyen hordozható osztott kör és delejtű ugyanolyan elrendezésben, amint azt az előbb láttuk. A delejtű csapja körül elfordíthatóan kis fémmutató tartozik még hozzá, amely ha a kompaszt oldallapjára fordítjuk, saját súlyánál fogva a függőleges irányban helyezkedik el. Ez a mutató egy a 0-tól jobbra és balra 90° -ig terjedő körosztás előtt mozog. A merőleges szárú szögek törvényszerűsége értelmében ezáltal a terepnek a vízszintessel bezárt lejtőszögét mérhetjük (86. ábra). Méréskor a kompasz hosszú élet párhuzamos helyzetbe hozzuk a terep-



86. ábra. Geológus kompasz és annak használata

is irányzunk — a mágneses északi-déli irányba. Az irányzás a kompasz fogantyúján levő nézőkén és a felhajtható üvegfedél átmérőjeként húzott irányzószálon keresztül megy végbe.

A mért irányyszög egy prizmás vetítőberendezés segítségével az irányzás után azonnal leolvasható.

A geológus-kompaszhoz hasonlóan az olaj-kompasz szintén felhasználható lejtőszögmérésre is. A fémmutató szerepét egy kis rézgolyócska tölti be, amely itt egy megfelelő vájatban a 0° -tól jobbra és balra 45° -ig terjedő osztott kör előtt gördülhet el.

A busszola. Legfontosabb szögmérő műszerünk. A delejes irányyszög mérésére kompasszal van felszerelve. Két részből áll: állványból és a tulajdonképpeni műszerből.

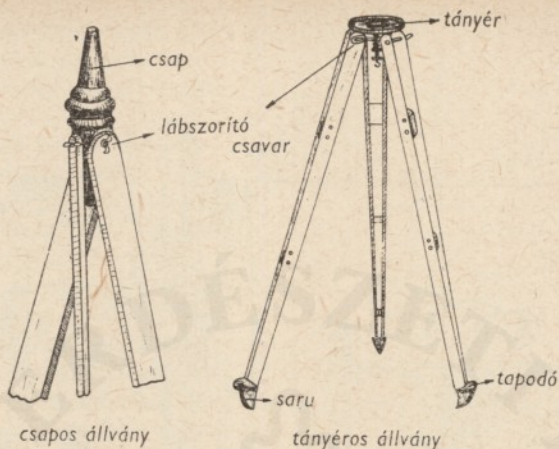
Az állvány kétféle lehet: csapos vagy tányéros fejű (87. ábra). Mindkét állvány háromlábú. Könnyű műszerekhez gyengébb, súlyosabb és pontosabb műszerekhez erősebb állvány szükséges.

Az állványlábak alján saru van tapodóval, hogy a talajba jól be le-

pel, és a mutatónál — a kompaszt kissé oldalt döntve — leolvassuk a lejtőszöveget. A párhuzamos helyzet előállítására egy a szemünk magasságával megjelölt figuránst irányzunk meg a lejtőn vagy az emelkedőn, fölünk mintegy 20—30 méterre.

A geológus-kompaszt a lejtőszögmérésen kívül tájékozódásra, továbbá vázrajzok készítéséhez használjuk.

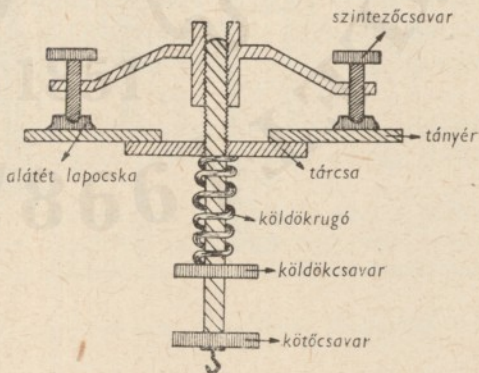
Az olajkompasz is kéziműszer. A delejes irányyszög mérésére alkalmas 360° -os osztású korong egy forgástengely körül olajban forog. Az olaj fékezi a korongnak a mágneses vonzás következtében keletkező kilengéseit annyira, hogy az minden kilengés nélkül azonnal beáll — bárhova



87. ábra. Műszerállványok

hessen nyomni a lábakat. Mindhárom lábat lábszorítócsavarok segítségével szoríthatjuk az állványfejhez. Csapos állványfejnél a lábszorítócsavar orsója háromágú, és bele van eresztve az állványfejbe. Ha az állványfej csapos, akkor a műszer hüvelye kerül a csapra. Egyes állványoknál a csap csavarorsószerű, és a műszeren levő hüvely a csavaranya.

A tányéros fejű állványok szilárdabbak. A műszert ilyen esetben a tányérra helyezzük, és a kötőcsavarral kötjük. A műszer ekkor még 5—6 cm-es sugarú körön belül elmozdítható, hogy az állvány elmozdítása nélkül legyen elvégezhető a központosítás. A központosítás után a kötőcsavaron levő csavaranya (köldökcsavar) és a fölötte levő köldökugró segítségével a műszert az állványhoz szorítjuk, rögzítjük. Ezáltal mérés közben már nem mozdul el műszerünk központos helyzetéből (88. ábra).



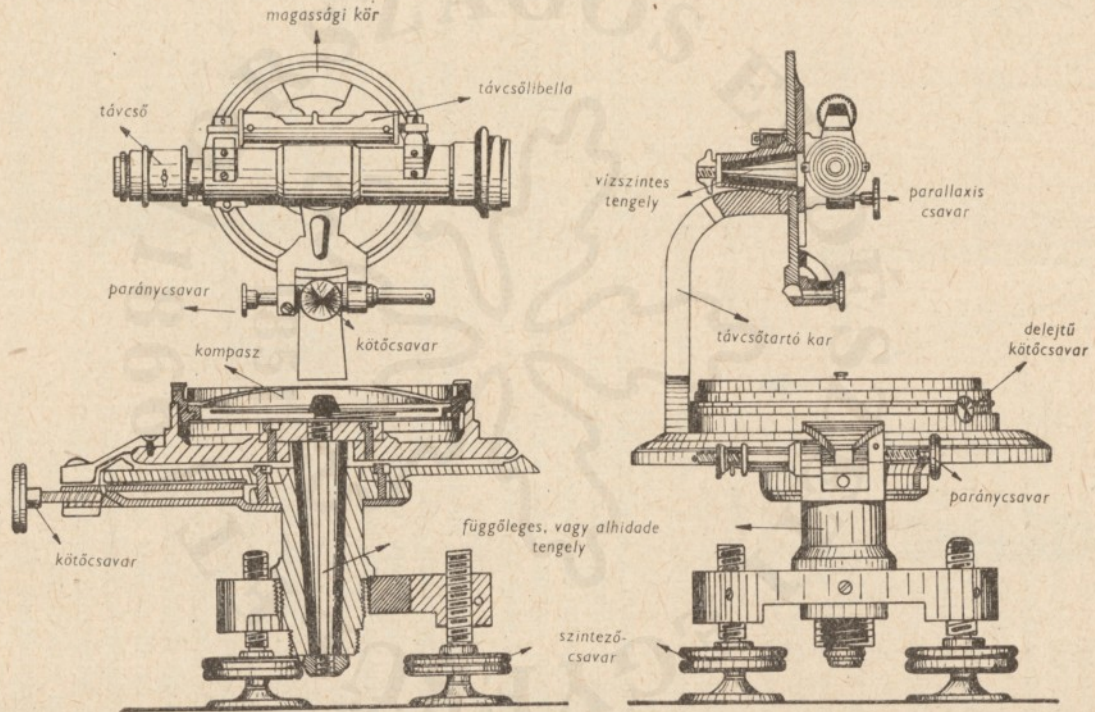
88. ábra.

Tányéros állványfejű műszerek összeköttetése

Maga a műszer a következő részekből áll:

1. összekötő rész,

BUSSZÓLÁ



89. ábra. Busszola

2. szintező berendezés,
3. szögmérő berendezés,
4. függőleges tengely (alhidade),
5. irányzó berendezés,
6. vízszintes tengely,
7. kötő- és paránycsavarok.

Egy busszola elől- és oldalnézetét mutatja a 89. ábra.

Az összekötő rész kapcsolja össze a műszert az állvánnyal. Csapos állványfej esetén a műszer alul felhasított hüvelyben végződik. Ez a hüvely a hüvelyszorító csavar segítségével erősíthető rá a csapra.

Tányéros állványfej esetén (lásd az előbbi 88. ábrát) a műszertalp háromágú állványból áll, amelynek végeiből a szintező csavarok nyúlnak ki. A műszer közepén levő csavarmenetbe csavarjuk be a már ismert kötőcsavart. A kötőcsavar alsó végén egy kis horog van abból a célból, hogy a függélyező zsinórját rá lehessen akasztani.

A szintező berendezés arra való, hogy a műszer egyes alkotórészeit vízszintes, másokat pedig közvetve függőleges helyzetbe lehessen hozni.

Csapos állványfejű műszerek szintező berendezése dióízületes (90. ábra), mégpedig vagy négy darab szintezőcsavarral, vagy pedig két rugóval és két szintezőcsavarral.

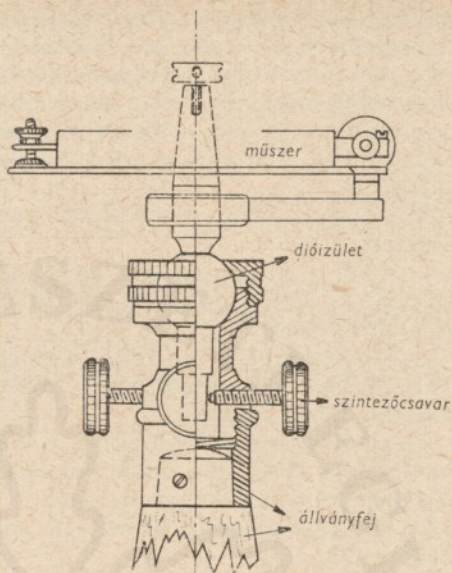
Tányéros állványfejű műszereknél három szintezőcsavart találunk, amelyekkel a két egymásra merőleges csőlibella, vagy az egy dobozlibella szintezhető.

A szögmérő berendezés egy kompasz. Ha a kompasz alatt a műszer álló részén osztott kör is van megfelelő leolvasóberendezéssel, akkor az ilyen műszer közbezárt szög mérésére is alkalmas. E műszerek neve: busszolateodolit.

Függőleges síkbeli szögek mérésére egy függőleges magassági kör szolgál.

A függőleges tengely körül műszerünk a vízszintes síkban forgatható el. Ez szükséges is az irányzásnál.

Az irányzóberendezés a távcső, amely a vízszintes tengely körül for-



90. ábra. Csapos állványfejű műszerek dióízületes szintező berendezése

gatható a függőleges síkban. A vízszintes tengely a távcsőtartó karra, a távcsőtartó kar pedig az alhidádéra van szerelve. Egyes műszereken egy, más műsbertípusoknál pedig két távcsőtartó kar van. A már előbb megismert magassági kör vagy a távcsőre, vagy a távcsőtartó karra van erősítve. Az első esetben a magassági kör mozgó és a hozzátartozó nóniusz álló, a második esetben pedig a magassági kör álló és a nóniusz mozgó.

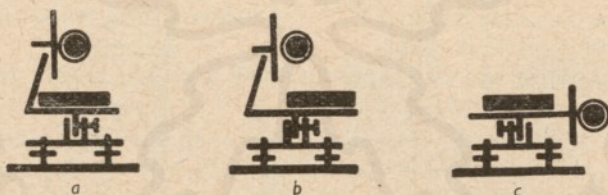
Ha a busszola távcsővén libella is van, a műszer szintezésre is használható.

A kötő- és paránycsavarok arra valók, hogy segítségükkel a műszer tengelye körül való forgatást akadályozzuk, illetve csak kismértékű forgatást biztosítsunk.

A kötőcsavarok a vízszintes és függőleges osztott kör kerületén vannak elhelyezve. Segítségükkel a műsbert a függőleges vagy vízszintes tengelye körül rögzítjük.

A paránycsavarok segítségével a műszernek a függőleges és vízszintes tengelye körül való finom, kismértékű elfordulását tesszük lehetővé rögzített kötőcsavarhelyzet mellett.

A kompasz és a távcső helyzete szerint a busszolák háromfélék lehetnek (91. ábra):



91. ábra. Busszola-típusok

a) központos a busszola, ha mind a távcső, mind a kompasz központos (baloldali ábra);

b) félig központos műsbernél (középső ábra) a kompasz külpontos, de az irányzótengely és a függőleges tengely egy függőleges síkba esik;

c) a külpontos műszeren a kompasz központos, a távcső pedig külpontos (jobboldali ábra).

A busszola-műszerek használata. Bármilyen célból is végzünk mérést busszolával, a műsbert mindig a következő lépések alapján használjuk:

1. Szemre központosan és tányéros állvány esetén szemre vízszintesen felállítjuk a pont fölé az állványunkat. Vízszintes terepen ez nem okoz különösebb nehézséget, mert az állványt úgy helyezzük el, hogy a mé-

rési pont olyan egyenlőoldalú háromszög súlypontjában legyen, amelynek csúcsaiban érik az állvány lábsarui a talajt. Ferde terepen a műszer felállítása nehezebb, de kis gyakorlattal elsajátítható.

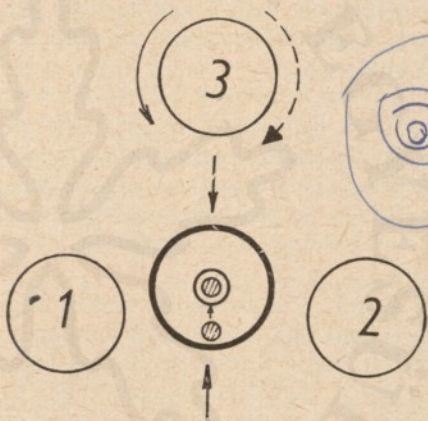
2. Ráhelyezvén a műszert az állványra, létrehozuk az állvány és a műszer között az összeköttetést a megfelelő összekötő berendezéssel.

3. A kötőcsavaron levő horogra akasztott függőlevezőt figyelve a csak összekötött műszert a pont fölé toljuk 1—2 cm-es pontosságig. Ez a *központosítás*. Ennek végeztével rögzítjük a műszert központos helyzetében a tanultak szerint.

4. Ezután *szintezzük* műszerünket. Ha egy dobozlibella tartozik a 3 szintezőcsavarhoz, akkor előbb a függőleges tengely körül addig forgatjuk el a műszert, amíg az két szintezőcsavar közé középre nem kerül. Ezután a mellette levő két csavart egyszerre — vagy kifelé vagy be-



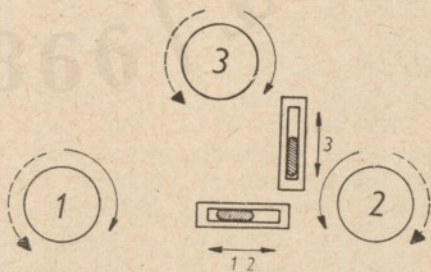
92. ábra. Dobozlibella szintezésének első lépése



93. ábra. Dobozlibella szintezésének második lépése

felé — csavarjuk, mindaddig amíg a buborék a két csavar között fele útra nem kerül (92. ábra). Ekkor kezdjük csak a harmadik csavart csavargatni addig, amíg a buborék a körbe nem ér (93. ábra).

Ha két egymásra merőleges csőlibellát kell beszintezni, akkor a kezdetkor az egyik csőlibellát párhuzamos helyzetbe hozzuk két csavarral (94.



94. ábra. Csőlibellák beállítása szintezéshez

ábra). E két csavarral azután csak ezt a libellát szintezzük be a csavarok egyidejű és egyirányú csavarásával, míg a másik libellát a harmadik csavarral. Ezt a műveletet addig ismételjük, amíg mind a két libella normálpontja és a buborék középpontja egybe nem esik.

Csaposállványfejú műszernél szintezéskor két szintezőcsavarral kell párhuzamos helyzetbe hozni a libellát, és amennyire kifelé csavarjuk az egyik szintezőcsavart, ugyanannyival kell befelé csavarni a vele szemben levőt.

Rugóval felszerelt műszernél a libellát egy rugó- és egy csavarral kell párhuzamos helyzetbe hoznunk. A szintezést felváltva a csavarokkal végezzük.

A szintezést ellenőriznünk is kell. E célból a függőleges tengely körül 180° -kal elfordítjuk a műszert, és ha ebben az állásban is szintes helyzetet mutatnak a libellák, akkor jó, ha nem, akkor rossz a szintezés. Ez esetben azt előlről kell kezdeni. Ha az újabb ellenőrzés sem mutat sikert, akkor műszerünket ellenőrzésre műszerészhez vagy mérnökhöz kell vinni.

5. Ezután *leengedjük a delejt* kötőcsavarja segítségével a forgástengelyére. A leolvasásig így lesz ideje megállni.

6. A tengelyek mellett levő kötőcsavarok feloldásával *durván megirányozzuk* a mérési pontra állított jelet. A függőleges tengely körül a távcsövet a szükségnek megfelelően mozgatom, és a távcső felett elnézve irányozzuk meg a kérdéses jelet. Ezután a kötőcsavarokat megkötjük.

7. Kötött kötőcsavarok mellett *végezzük el* a paránycsavarokkal a *pontos irányzást*. A távcsőnél tanultak szerint előbb élesre állítjuk a szálkeresztet, majd a tárgyat, és csak ezután állítjuk rá a megirányzott jel közepére a függőleges tengely melletti paránycsavarral a függőleges irányszálat. A másik paránycsavart távolságmérés esetén kell csak használni, amikor az egyik vízszintes szálat valamilyen kerek lécosztásra kell állítani.

8. Ezután már *leolvasásokat* végzünk. Delejes irányszög leolvasását láttuk már a kompasznál. Előbb az északi, azután a déli tűvégnél olvassuk le. Irányadó az északi tűvégnél nyert leolvasás, míg a déli tűvég leolvasása csak ellenőrzés, a durva hiba kiküszöbölése céljából szükséges. (A két tűvégnél nyert leolvasás különbsége 180° -ot kell hogy adjon.)

Távolságmérésnél a tanultak szerint olvasunk le. A magassági körről leolvasható hajlásszög értékét pedig a nóniusz segítségével a nóniusznál tanultak alapján kaphatjuk meg. Hajlásszögre nemcsak a ferde hosszak vízszintesre redukálásánál van szükség, hanem függőleges síkbeli mérést végezve az ún. szintkülönbség számításánál is. Ez esetben a hajlásszög értéke elé előjelet (+ vagy —) is kell tennünk annak feltüntetésére, hogy az irányzás a vízszintes irány felett vagy alatt történt-e.

9. A nyert leolvasásokat *jegyzőkönyvbe* kell beírunk (95. ábra). Amint látjuk, a mérési jegyzőkönyv bal oldalán táblázatban tüntetjük fel az egyes mérési adatokat, míg a jobboldal a minden egyes irányzás és leolvasás után készí- tendő vázrajznak biztosít helyet.

Mérőműszer neme, száma:		Időjárás: Körbeosztás: irány: Időpont: Összeadó állandó: Felvett neve:						
Állás pont	Irány- zati pont	Delejtű leolvasás		y	hf	hv	Jegyzet	Vázrajz
		É	D					
		0	0					

95. ábra. Buszszolamérési jegyzőkönyv

A jegyzőkönyv rovatait gondosan töltjük ki, a vázrajzot pedig pontosan készítsük el, mert csak így ismerhetjük fel a mérésakor esetleg el- követett durva hibákat azonnal, végezhetjük el a javításokat, és tesszük lehetővé, hogy bárki más ki tudja értékelni a mérési adatokat, el tudja végezni a térképezést helyettünk.

A jegyzőkönyv ferde hossz rovatába mindig a „bl” szorzat értékét írjuk, ha vízszintes volt az irányzás, ha nem. Tudniillik vízszintes irány- zásakor csak így ellenőrizhetjük magunkat az összeadóállandó hozzá- adásában.

A helyes vázrajzkészítéskor a vázrajz céljait szolgáló papírlap egyik szélét felvesszük ÉD-i iránynak. Irányzás után ezt az élt párhuzamos helyzetbe hozzuk a delejtűvel. A mért iránysszög másik szárát a táv- csővel párhuzamost húzva kapjuk meg. A mért távolságokat szemre arányosan kisebbitve tüntetjük fel a vázrajzon.

10. Új pontba való átvonulás előtt — utolsó lépésként — *megkötjük a delejtűt*.

Sima területen egyik mérési pontból a másikba a műszert az állvány- ra szerelt helyzetében is továbbvihetjük. Arra kell ügyelnünk, hogy az állvány eközben is függőleges helyzetben legyen, különben a köldök- csavar könnyen elgörbülhet.

Nehéz terepen, ahol ki vagyunk téve annak, hogy a műszert tovább- vivő segéd munkás megcsúszik, elesik, és így a műszer tönkremehet, a műszert ládája téve szállítsuk. Ugyanígy járunk el sűrű fiatalosban is, ahol az ágak okozhatnak bajt. A ládába való helyezés úgy történ- jék, hogy a műszer pontosan a megfelelő helyre kerüljön. A kötőcsa- varokat csak akkor szabad megkötönnünk, ha meggyőződünk arról, hogy a ládába helyezés után a műszer egyik része sem lesz kitéve haj- lításnak.

A buszszolát használat előtt, de használat közben is 2—3 hetenként mérnökkel vagy műszerésszel meg kell vizsgáltatnunk, hogy megfelel- e a pontossági követelményeknek. Különösen kocsin vagy vasúton való szállítás után kell a vizsgálatot elvégeztetnünk, mert a rázás követke- ztében a műszer egyes részei kimozdulhatnak helyükből.

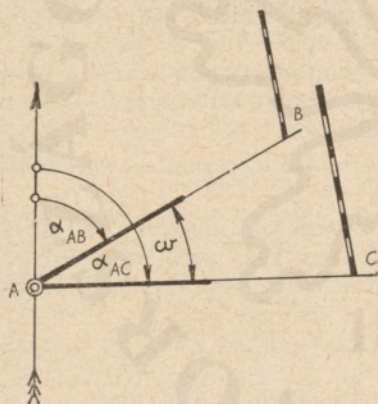
A műszert gondosan és kíméletesen kell használnunk. Óvnunk kell a nedvességtől, a hirtelen hőváltozástól. Nem szabad a műszert közvetlen napsütésnek kitennünk, mert az egyoldalú felmelegedés torzulásokat okoz, és így hibás mérést végzünk. Portól, homoktól is óvnunk kell, mert ha pl. a tengelyre jutva összekeveredik az olajjal, a műszer hamarosan kikopik. Szeles időben mérés után a műszer forgáscsapját gondosan le kell tisztogatni, és bekenni savmentes vazelinolajjal.

A busszolat csak az erdőgazdasági belső vonalak (pl. erdőrésztelhatár) mérésére használjuk. Határmérésre korlátozott pontossága miatt nem alkalmas. Minden belső vonal mérését — ne feledjük —, alappontban kell kezdenünk és befejeznünk.

A busszolaműszerekkel gondos mérés esetén elérhetjük az $\frac{1}{1000}$ -es pontosságot. Ez pedig azt jelenti, hogy egy 1000 m hosszúságú vonalon legfeljebb 1 m-es hibát követünk el.

b) *A közbezárt szög mérése.* Közbezárt szöget (az egy pontból kiinduló vonalak által bezárt szög) busszolával is mérhetünk (96. ábra).

Ha egy pontban állva műszerünkkel ebből a pontból több irány irány-szögét mérjük, akkor az egyes irányok által közbezárt szög is számítható. Ábránk szerint mértük A pontból az AB és az AC irány α_{AB} és α_{AC} irány-szögét. Ezekből számítható a közbezárt szög, ha a jobb oldali irány irány-szögéből kivonjuk a bal oldali irány irány-szögét. Tehát: $\omega = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}$



96. ábra. Közbezárt szög mérése busszolával

Közbezárt szög mérésére a már ismert busszolateodolitok is alkalmasak. De a közbezárt szög mérésének igazi eszköze a teodolit. Ez a műszer vízszintes és függőleges síkbeli közbezárt szögek mérésére egyaránt alkalmas. Vízszintes és függőleges osztott köre van, amelyről

már másodpercek is leolvashatunk. Nagy pontosságuk miatt az erdészeti földmérés tan határmérésnél és az ún. alappontok sűrítésénél használja. Teodolittal történő szögmérés mellett szükséges hosszmerést legtöbbször szalaggal kell végezni, mert a közvetlen távolságmérés mindig pontosabb, mint az optikai úton végezhető közvetett. Teodolit sokszögelésnél a távolságmérést optikai úton is végezhetjük, ha műszerünk erre a célra alkalmas speciális műszer.

A kitűző feladatok olyan mérési eljárások, amelyek segítségével egyenest, párhuzamos és merőleges egyenest, valamint köríveket, területet jelölünk ki.

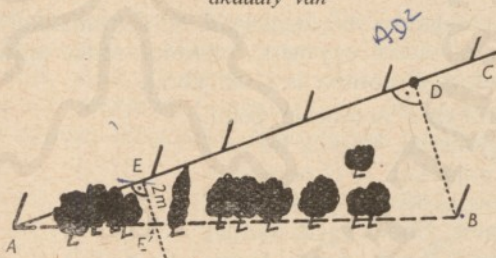
Az egyenesek kitűzése

Az előzőekben már megismertük az egyenesek kitűzésének a módját mind sík-, mind pedig domb- vagy hegyvidéken. Előfordulhat azonban olyan eset is, amikor a kitűzendő egyenes 2 végpontja között kitűzést gátló akadályok vannak. A 97. ábra ilyen esetet mutat. *A* és *B* pontok között fák vannak. Az egyenest közvetlenül így kitűzni nem tudjuk. A pontok közötti távolságot is csak közvetve állapíthatjuk meg. A feladatot a következőképpen oldhatjuk meg. Keresünk a *B* pont közelében egy olyan *C* pontot,



97. ábra. Egyenes kitűzése, ha a két végpont között akadály van

amelyből mind az *A*, mind pedig a *B* látható. Kitűzőrudakkal kitűzzük az *AC* egyenest (97. ábra), majd miután *B* pontba is kitűzőrudat állítottunk, megkeressük a *B* pontból az *AC* egyenesre állítható merőleges egyenes talpontiát (98. ábra, *D*

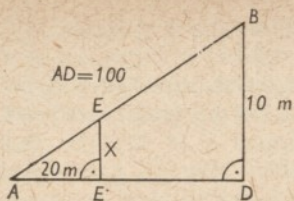


98. ábra. A két végpont közötti hossz megállapítása

A kapott derékszögű háromszög két befogójának hosszát megmérve Pitagorasz-tételével kiszámítható a hozzáférhetetlen *AB* egyenes hossza:

$$AB = \sqrt{AD^2 + BD^2}$$

Hasonló háromszögek képzésével az egyenest ki is tűzhetjük. Ebből a célból *AD* egyenesre 10–20 m-enként merőlegeseket tűzünk ki az *AB* felé. Ezekre a merőlegesekre azután rámérjük az *AD* és *BD* ismere-



99. ábra
Az adott egyenes kitűzése

tében számított háromszög alapokat. Pl. $AD = 100$ m, $DB = 10$ m, $AE = 20$ m, $x = ?$ m (99. ábra).

Hasonló háromszögekben a megfelelő oldalak aránya egyenlő, tehát

$$100 : 10 = 20 : x, \text{ ebből } x = \frac{10 \cdot 20}{100} = 2 \text{ m.}$$

Az AD egyenesre 20 m-nél kitűzött merőlegesre tehát 2 m-t kell felmérnünk, hogy az AB egyenesbe jussunk. És így tovább.

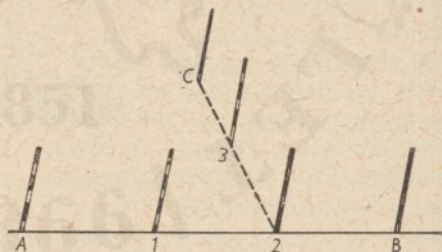
Ha a kitűzendő egyenestől sem jobbra, sem balra nem vehető fel segédegyenes, akkor a feladatot a későbbiek folyamán megismert eljárással oldjuk meg.

A párhuzamos egyenes kitűzése

E feladathoz adva van egy egyenes valamint egy pont, amelyen át, párhuzamost kell kitűznünk az adott egyenessel, vagy az a távolság amilyen távol kell kitűznünk az adott egyenessel párhuzamos egyenest. A feladat a rendelkezésre álló eszköztől függően többféleképpen oldható meg.

a) *Megoldás mérőszalaggal.* Kitűzőrudakkal kitűzzük az A és B pontok által adott egyenest, valamint rudat állítunk az egyenesen kívül megadott C pontba is (100. ábra).

Az A és B pontokon belül, az egyenesen, vegyük fel az 1 és 2 pontokat. A C pontot 2 -vel összekötve kapjuk a $C2$ egyenest. Ennek egyik pontját nevezzük 3 -nak. $3,1$ -vel összekötve adja az $1,3$ egyenest, amelynek a meghosszabbítását (4) valamely 5 pontban fogja metszeni az AB -vel párhuzamos $C5$ egyenes. 5 pont helye számítással megállapítható. $C2$ és $1,3$ egyenesek kitűzésével ugyanis a terepen hasonló háromszögeket hozunk létre ($1,2,3\Delta \sim C3,5\Delta$ -höz, mivel megfelelő szögeik egyenlőek). Ha szalaggal lemérjük az $1,3$ és $2,3$, valamint $C3$ szakaszokat, akkor a hasonló háromszögek oldalainak az arányából kiszámítható az ismeretlen $3,5$. Vagyis:



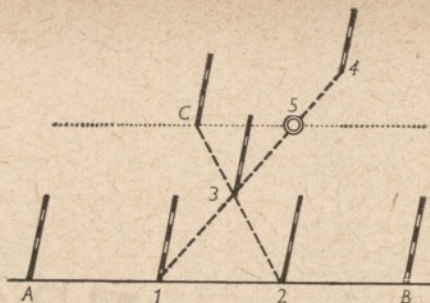
100. ábra. Párhuzamos egyenes kitűzése mérőszalaggal. $C2$ segédegyenes felvétele

$$1,3 : 2,3 = 3,5 : C3$$

ebből az ismeretlen

$$3,5 = \frac{1,3 \cdot C3}{2,3}$$

A kapott értéket 3-tól rá-mérjük az 1,3,4 egyenesre. Így megkapjuk az 5 pont helyét. 5 pont C-vel pedig egy az AB egyenessel párhuzamos egye- nest határoz meg (101. ábra).

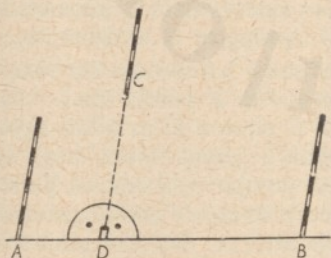


101. ábra
Párhuzamos egyenes kitűzése mérőszalaggal.
A befejező mozzanat

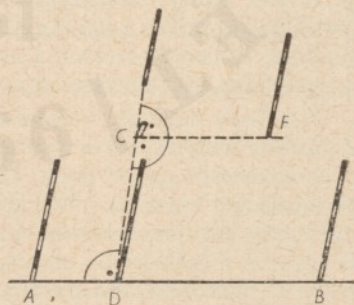
A sok távolságmérés sok hibalehetőséget jelent, ezért valóban csak akkor alkalmazzuk ezt az eljárást, ha szalagon kívül más eszközünk nincs.

b) *Megoldás szögtűzőműszerrel.* Az adott AB egyenest kitűzve szög-tűzőműszerrel megkeressünk az adott C pontból az egyenesre állítható merőleges egyenes talppontját (102. ábra, D pont). A kapott CD egyenest meghosszabbítva (E pont) C pontban felállunk szögtűzőműsze-rünkkel, és merőlegest tűzünk ki DE-re (103. ábra, F pont). F és C az AB-vel párhuzamos egyenesnek két pontja.

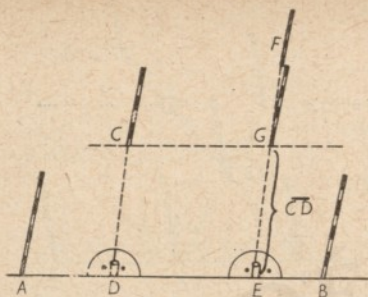
c) *Megoldás szögtűzőműszerrel és mérőszalaggal.* Ebben az esetben is megkeressük az adott C pontból az adott egyenesre állítható merőle-ges egyenes talppontját (102. ábra, D pont). Ezután azonban mérő-szalaggal mérnünk kell a CD szakaszt, C pontnak az AB egyenestől való távolságát. Majd az egyenes tetszőleges E pontjában felállva me-



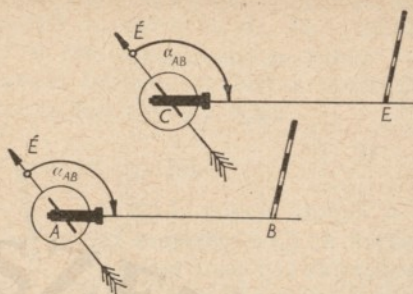
102. ábra. Párhuzamos egyenes
kitűzése szögtűzővel. Talppont keresés



103. ábra. A párhuzamos egyenes
kitűzése szögtűzővel



104. ábra. Párhuzamos egyenes kitűzése szögűzőműszerrel és mérőszalaggal



105. ábra. Párhuzamos egyenes kitűzése busszollával

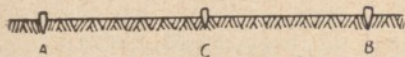
rőlegest tűzünk ki az adott egyenesre (104. ábra). Kapjuk az F pontot. Ha az EF egyenesre rámérjük a CD távolságot, akkor a kapott G pont a keresett párhuzamosnak lesz az újabb pontja.

d) Megoldás busszollával. Az adott AB egyenes egyik végpontjában felállva a busszollával meghatározzuk az egyenes irányszögét (105. ábra, α_{AB}). Ezután az adott C pontban állunk fel, és a függőleges tengely körül addig forgatjuk el műszerünket, amíg a delejtű $\hat{E}$ -i tűvégénél az előbb mért α_{AB} irányszöget nem olvassuk. Ekkor a távcsövön keresztül beintünk egy kitűzőrudat a függőleges irányzószállal. A kapott E pont és a jelenlegi műszerálláspontunk (C) a keresett párhuzamost adja.

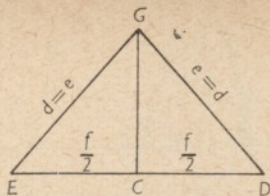
A merőleges egyenesek kitűzése

A merőleges egyenes kitűzése tulajdonképpen derékszög kitűzési eljárás. A már ismert derékszögűtűző eszközökkel e feladatot ismerjük is. Előfordulhat azonban a gyakorlatban, hogy csak mérőszalag áll rendelkezésünkre. Ebben az esetben a merőleges egyenest valamely geometriai tétel gyakorlati alkalmazásával csupán mérőszalaggal is kitűzhetjük.

a) Merőleges egyenes kitűzése az egyenlőszárú háromszögekre vonatkozó törvény alapján. Adva van egy egyenes A és B pontja által, valamint az egyenesen egy C pont. Tűzzük ki C ponton át az adott egyenesre merőleges egyenest (106. ábra). Tudjuk a geometriából, hogy az egyenlőszárú háromszögben az alap felezési pontját és a csúcsot összekötő egyenes merőleges az alapra (107. ábra). Ezen elv alkalmazásával az adott C pontot felezési pontnak tekintve attól A , illetve B pont felé a kitűzött egyenesre egyenlő távolságot, pl. 20 m-t mérünk fel (108. ábra). A kapott D , E pontok a kialakítandó egyenlőszárú háromszög alapján levő csúcsok. A háromszög harmadik csúcsát pedig megkapjuk,



106. ábra. Merőleges egyenes kitűzése az egyenlőszárú háromszögekre vonatkozó törvény alapján. Kiindulólé helyzet

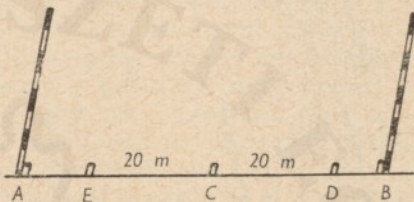


107. ábra
A merőleges egyenes kitűzésének az elve

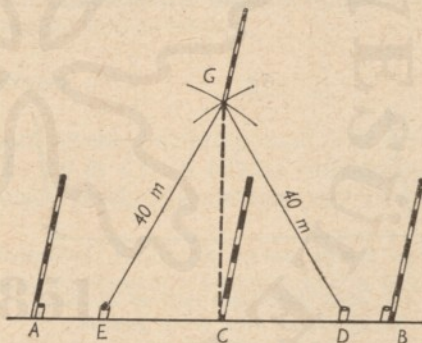
ha egy mérőszalagot E , egy másik, de ugyanolyan hosszú szalagot pedig D pontban egy egy segédmunkással rögzítettünk, s a kifeszített szalagok másik végét pedig két másik segédmunkással összemetszjük. A két egyenlő hosszúságú szalag (pl. 40 méter) metszéspontja (G) lesz a C ponton át kitűzhető merőleges egyik pontja (109. ábra).

Ha az adott egyenesen levő C ponttól egyik irányban — valamilyen akadály miatt — nem tudnánk a fél alapot felmérni, akkor a feladatot Pythagoras-tétellel oldhatjuk meg.

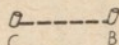
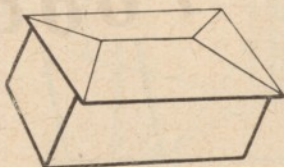
b) Merőleges egyenes kitűzése Pythagoras-tételének alkalmazásával. Adva van az egyenes C és B pontjával. A merőleges egyenest C ponton át kell kitűznünk. C -től balra álló épület miatt csak C -től jobbra dolgozhatunk (110. ábra). A derékszögű háromszögben a befogók négyzetének összege egyenlő az átfogó négyzetével. Ha tehát, pl. az egyik befogó 3, a másik 4, az átmérő pedig 5, akkor felír-



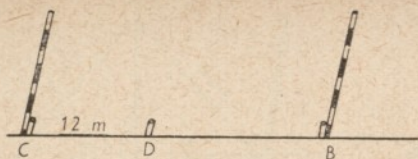
108. ábra. A merőleges egyenes kitűzésének első lépései



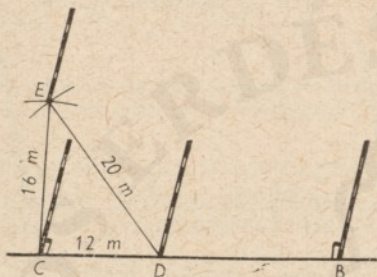
109. ábra. A merőleges egyenes kitűzése



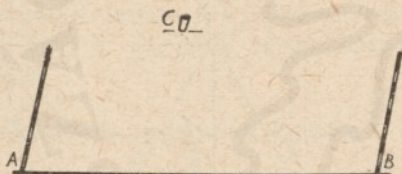
110. ábra. Merőleges egyenes kitűzése Pythagoras tételének alkalmazásával.
Az adott eset



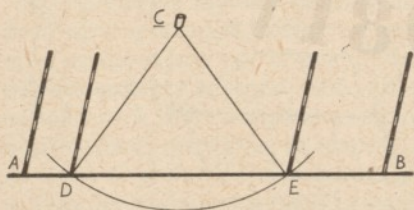
111. ábra
A merőleges kitűzésének első lépése



112. ábra. A merőleges egyenes kitűzése



113. ábra. Merőleges egyenes kitűzése
az egyenesen kívül fekvő pontból.
A kiinduló helyzet



114. ábra
Az egyenlőszárú háromszög létesítése

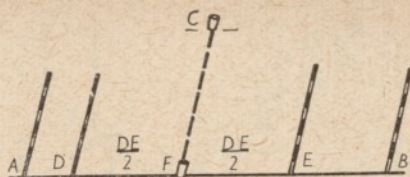
hatjuk, hogy $3^2 + 4^2 = 5^2$. Vagyis $9 + 16 = 25$. A feladat végrehajtásához választanunk kell egy ún. kitűzési egységet, amelynek háromszorosát, négyszeresét, illetve ötszörösét tűzzük majd ki. A pontosság azt követeli, hogy ez az egység minél nagyobb legyen. De arra is ügyelnünk kell, hogy választott egység ötszöröse ne legyen hosszabb a szalagunk hosszánál. Ha tehát 20 m-es szalaggal végezzük a kitűzést, akkor a leghelyesebb 4 m-t kitűzési egységnek választani. Ennek ötszöröse pontosan 20 m.

A merőleges kitűzésekor először kitűzzük a CB egyenest, majd arra C -től B felé felmérjük a választott egység háromszorosát, jelen esetben 12 m-t (111. ábra). Kapjuk D -t, C -ben is és D -ben is leszorítatunk egy-egy szalagot, majd a C -ben leszorított szalagot egy segédmunkás 16 m-nél, a D -ben leszorítottat pedig 20 m-nél megfogva közelít egymáshoz a két segédmunkás. Ahol ezek a szalagok metszik egymást, ott lesz a kitűzendő merőleges iránynak egy pontja E (112. ábra).

c) Az eddig megismert esetekben a kitűzendő merőleges egy pontja az adott egyenesen volt megadva. A következőkben nézzük, hogy hogyan történik a merőleges kitűzése az egyenesen kívül levő pontból. A feladatot az a) pontban is-

mertetett elv felhasználásával hajtjuk végre.

Adva van az egyenes A és B pontokkal, valamint azon kívül egy C pont, amelyből merőleges egyenest kell kitűznünk az adott egyenesre. Kitűzőrudakkal kitűzzük az egyenest (113. ábra). Ezután egy szalagot egyik végénél lefogatunk a C pontban, majd a másik végét megfogva a másik segédmunkás C pont körül, mint kör középpont körül, körözni kezd. Kezében — függőlegesen — a szalag végénél egy kitűzőrudat tart. Valaki A -nál állva figyeli, hogy a kifeszített szalag végénél levő kitűzőrúd mikor kerül bele az egyenesbe. Azon a helyen a rudat leszúrják (D pont). Egy másik rudat a szalag végéhez fogva ugyanígy megkeressük az E pontot (114. ábra). D , E és C egy egyenlőszárú háromszög három csúcsa a kitűzés alapján. Szalaggal lemérjük a D E távolságot. Azt megfelelően kitűzzük a felezési pont helyét (F). Ez a pont és az adott pont (C) a keresett merőleget adja az elv alapján (115. ábra).



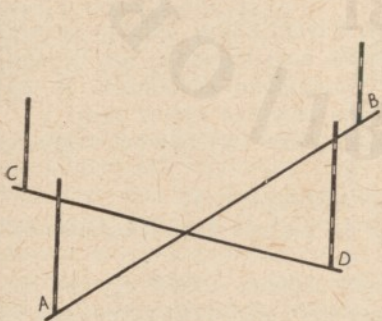
115. ábra. A merőleges egyenes kitűzése

Az eljáráskor olyan szalagot kell használnunk, amelynek hossza nagyobb, mint a pontnak az egyenestől való távolsága.

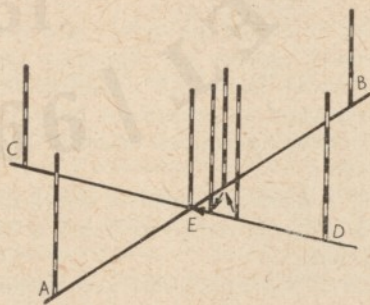
Két egyenes metszéspontjának kitűzése

Gyakori feladat, hogy két adott egyenes metszéspontját kell kitűznünk. Legyen adva a két egyenes: AB és CD . A feladat kétféleképpen oldható meg: vagy két beintő segítségével, vagy teljesen egy személy útján.

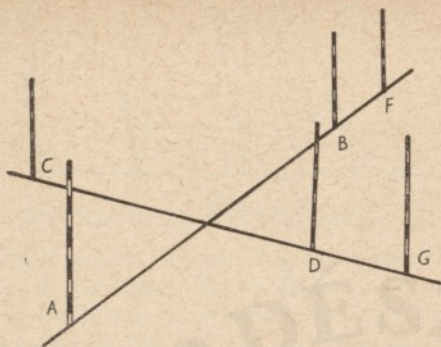
a) *Metszéspont kitűzése két beintővel.* Kitűzzük az adott két egyenest (116. ábra). Ezután a figuráns kezében egy kitűzőrúddal a körül-



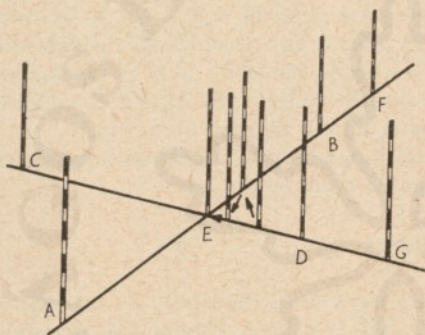
116. ábra. Metszéspont kitűzése két beintővel. Kiinduló helyzet



117. ábra. A metszéspont kitűzése



118. ábra. Metszéspont kitűzése önbeintéssel.
Kiinduló helyzet



119. ábra. A metszéspont kitűzése

belüli metszéspont tájékán beinteti magát hol az AB , hol pedig a CD egyenesbe a két egyenes végén álló két beintő útján. Az ide-oda való áthelyezéssel azután lassan elérkezik abba az E pontba, amely rajta lesz mindkét egyenesen. Így kitűztük tehát a metszéspontot (117. ábra).

b) *Metszéspont kitűzése önbeintéssel.* A feladat végrehajtására kitűzőrudat helyezünk az A , B , C és D pontokba, majd az AB egyenes meghosszabbításaként kitűzzünk egy F , a CD egyenes meghosszabbításaként pedig egy G pontot (118. ábra). Egy kitűzőrudat kézbe fogva ezután hol a BF , hol pedig a DG egyenesbe állunk be, és így lassan megtaláljuk azt az E pontot, amely mindkét egyenesnek a pontja, tehát a kettő metszéspontja (119. ábra).

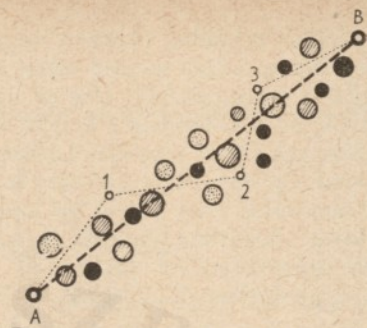
Egyenes kitűzése busszolóval. Nyiladékkitűzés

Ez az erdőgazdaságban igen gyakori feladat akkor adódik, ha a kitűzendő egyenes két végpontja egymásból nem látható a sok fa miatt. A feladat leginkább nyiladékkitűzés formájában jelentkezik. A csak busszolóval végrehajtható kitűzést három lépésben oldjuk meg:

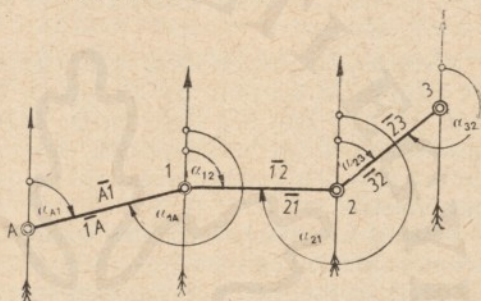
1. sokszögmenetet vezetünk a kitűzésre váró egyenes két végpontja között;
2. a mérés eredményét felrakjuk egy térképpapírra;
3. a természetben kitűzzük a mérés és felrakás útján meghatározott egyenest.

ad 1. Az egymásból nem látható két végpont között egy ún. sokszögmenetet tűzünk ki. A sokszögmenet több, rövidebb egyenesből áll, amely egyenesek nagyjából 180° -os szöget zárnak be egymással. E rövid egyeneseket a menet oldalainak nevezzük. Egy-egy oldal legfeljebb

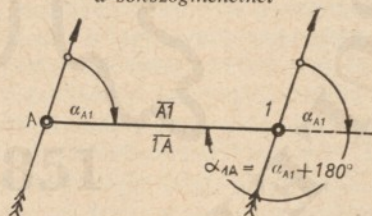
80—100 m hosszú, és a menet teljes hossza pedig maximum 1 km. Jellemzi még a sokszögmenetet az is, hogy minden pontból az előtte és az utána levő pont látható. A menet kitűzésekor az egyik végpont felől haladunk a másik végpont felé úgy, hogy kb. sejtjük annak irányát. Mintegy 80—100 m-nyre azután leverünk egy cöveket (1). Ügyelünk arra, hogy hátratekintve lássuk a kiindulópontba állított kitűzőrudat (120. ábra, A pont). Az előző iránytól kissé jobbra eltérve újabb 80—100 m-t haladunk B pont irányába. A 2-es számú cöveket megint csak úgy verjük le, hogy az 1-es pontot onnan lássuk. A következő oldal kitűzésénél az 1—2-es iránytól kissé balra térünk el, és a már ismert módon tűzzük ki a következő oldal 3-as számú pontját. Mivel ez az utolsó sokszögpon, arra is kell figyelni, hogy belőle ne csak a 2-est, hanem már a B pontot is lássuk.



120. ábra. A sokszögmenet kitűzése



121. ábra. Mérési feladatok a sokszögmenetnél



122. ábra. Ellenőrző adatok beszerzése

A kitűzött sokszögmenettel úgy közelítettük meg tehát az egymásból nem látható két végpontot, hogy a kitűzött sokszögoldalakon haladva akadályba nem ütköztünk. A terepen kitűzött sokszögmenetet térképezni kell, amihez szükségünk van egyrészt a sokszögoldalak hosszára, másrészt a sokszögoldaloknak az irányszögértékére. A hosszak mérését a szögek mérésével egyidejűleg végezzük a busszólaműszerben levő Reichenbach-féle távolságmérővel.

A sokszögmenet felmérésénél kétféleképpen járhatunk el: vagy minden pontban felállunk, vagy ún. ugró szögmérést alkalmazunk, azaz

csak minden második pontban végzünk mérést. Ha pontos munkát kell végeznünk, akkor az első esetet alkalmazzuk, ha pedig kisebb pontossággal is megelégszünk, elég az ugró szög mérés végrehajtása.

Nézzük, mi a különbség a kétféle mérés között. A 121. ábra sokszögmenetünk egy részét mutatja. Láthatjuk, hogy a minden pontban való felállásnál egy-egy oldal hosszát, de irányszögét is kétszer mérjük. Ez persze nem hiba, mert hiszen így minden adatot a másik pontban mért hasonlóval ellenőrizni tudunk. A távolságoknak meg kell egyezniük, a mért irányszögeknél pedig 180° különbségnek kell adódnia. Pl. α_{AI} és α_{IA} esetében (122. ábra).

$$\alpha_{AI} + 180^\circ = \alpha_{IA}$$

vagy fordítva $\alpha_{IA} - 180^\circ = \alpha_{AI}$

A minden pontba felállással tehát ellenőrző, de végeredményben fölös adatokat is szerzünk be. Ha viszont minden második pontban állunk fel, már nem lesz fölös mérési adatunk. Minden oldalnak csak egyszer mérjük így az irányszögét, egyszer a hosszát. Ezért ebben az esetben nagyobb gonddal végezzük az összes leolvasást, hiszen nincs ellenőrzésünk.

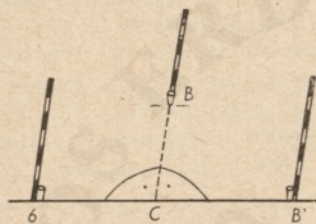
A menet felmérésekor felállunk busszólánkkal az A pontban központosan és szintesen úgy, ahogyan azt már tanultuk. Majd az 1-es pontban felállított távolságmérőlecezt megirányozva leolvasunk a delejtű mindkét végénél, *Reichenbach*-féle távolságmérést végezve a felső és az alsó vízszintes szál között, valamint a magassági körről a hosszredukálás miatt. Természetesen a leolvasott értékeket jegyzőkönyvezzük, és a tanultaknak megfelelően elkészítjük a vázrajzot is. A delejtűt megkötjük, a szintező- és a paránycsavarokat középpállásba hozzuk, és ezután a már ismert módon átmegyünk a következő álláspontba. Itt — mint az előbb — hasonlóan dolgozunk műszerünkkel. És így tovább.

ad 2. A menet felmérése után belső munka következik. A ferde hosszakat redukáljuk, majd egy térképpapírra — egy későbbi óra anyagának megfelelően — felhordjuk az egész menetet. Papíron látjuk tehát a terepen kitűzött és felmért teljes sokszögmenetet. A kezdő- és végpontot ceruzával összekötjük. Ez az az egyenes, amelyet majd ki kell tűznünk. A kitűzéshez a térképpapíron hosszfelrakó eszközzel meghatározzuk az egyenes hosszát, valamint szögfelrakó eszközzel a kitűzendő egyenesnek a mágneses észak-déli iránnyal bezárt irányszögét (123. ábra, AB és α_{AB}).

ad 3. Ezután újra kimegyünk a terepre. Felállunk az A pontban központosan és szintesen, majd addig fordítjuk el műszerünket oldott kötőcsavar mellett a függőleges tengely körül, amíg a delejtű északi tűvégnél a térképről leolvasott körülbelüli irányszöget nem olvassuk. Megkötjük a műszert a függőleges tengely kötőcsavarjával, és a leolvasott

Felvetődik az a kérdés, hogy miért nem vágjuk ki az útunkba kerülő törzseket? A 124. ábra erre magyarázatot ad. Az optikai távolságmérés, valamint a delejes szög mérés, a felrakás- és levételnél használt eszközök korlátolt pontossága miatt a kitűzéssel sohasem jutunk el pontosan a B pontba. Így nem tudván előre az eltérés mértékét, nem célzerű az akadályozó törzsek eltávolítása.

Az elcsavarodott egyenesünket a helyes irányba vissza kell tolnunk. Ebből a célból előbb megállapítjuk a merőleges irányú eltérését egyenesünknek. Kitűzőrudat állítva a G , B , és B' pontokba megkeressük a B pontból az egyenesre kitűzhető merőleges talppontját (125. ábra).



125. ábra.
A merőleges irányú hiba
megállapítása

Kapjuk a C pontot. A BC szakaszt lemérve kapjuk meg az eltérés mértékét merőleges irányban. Ezután a $B'C$ szakaszt mérjük, amit az AB' kitűzött egyenes értékéből le is vonunk. Ezzel meghatároztuk C -nek, a talppontnak, A -tól való távolságát. AC egyben az a hossz, amelyen elkövettük a merőlegesen jelentkező BC hibát. A kitűzött egyenes minden 10 (vagy 20) méterenként levert cövekjét a helyes irányba, az elkövetett hiba irányával párhuzamosan — jelen esetben merőlegesen — el kell tolnunk. Ezért a kitűzött egyenest mutató cövekeken át merőlegeseket tűzünk

ki az egyenesre. Az ezeken az irányokon való eltolás mértékét pedig úgy határozzuk meg, hogy előbb kiszámítjuk az egy méterre eső igazítás mértékét. A -tól az első cövek 10 m-re van, így az egységre eső igazítás mértékét megszorozva 10-zel, kapjuk meg az első cövek merőleges irányba való áthelyezésének értékét. A második cövek már 20 m-re van, azért itt az igazítás mértéke húszszorosa az egységre esőnek. És így tovább.

Az egységre eső igazítás mértékét megkapjuk, ha az eltérés mértékét osztjuk azzal a hosszal, amelyen az létrejött. Jelen esetben

$$i = \frac{BC}{AC}.$$

Példa a kiigazításra. A térképről levett és kitűzött egyenesünk hossza 204 m. Az eltérés merőlegesen 2 m. A merőleges talppontjának a kezdőponttól való távolsága 200 m. Mennyire kell eltolnunk merőlegesen a 10 m-enként levert cövekeket a helyes irányba?

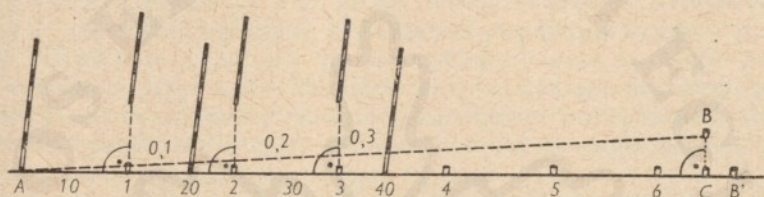
$$\text{Az egységre eső igazítás } i = \frac{2}{200} = 0,01 \text{ m}$$

Az első	cövek	10 m-re van	 igazítása	$10 \cdot 0,01 \text{ m} = 0,1 \text{ m}$
A második	„	20 „ „	 „	$20 \cdot 0,01 \text{ m} = 0,2 \text{ m}$
A harmadik	„	30 „ „	 „	$30 \cdot 0,01 \text{ m} = 0,3 \text{ m}$

és így tovább.

A 126. ábra ennek az egyenesnek a kiigazítását mutatja A-tól 30 m-ig, a harmadik cövekig.

A kiigazított egyenes mentén most már ki lehet tűzni a nyiladékokat. Ha a kitűzendő nyiladék egyik szélét tűztük ki, akkor a megfelelő irányba kitűzött merőlegesekre felmérjük a nyiladék teljes szélességét. Ismerjük így a nyiladék helyét, most már kitermelhetjük a közbeeső törzseket.



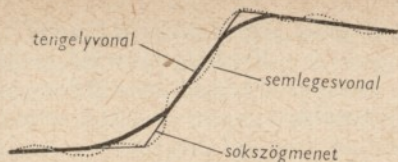
126. ábra. A kiigazítás

Egyszerűbbé válik a feladat akkor, ha a kitűzendő nyiladék irány-szöge térképről levezethető. Ilyenkor a megismert eljárás harmadik lépése alapján mindjárt a térképről levett irányyszöget tűzzük ki.

A körívek kitűzése

Az erdei utak, illetve vasutak tervezésekor mindenekelőtt a későbbiek folyamán megismerésre kerülő valamilyen lejtűző eszközzel az ún. semleges vonalat tűzzük ki. Ez a vonal az elérendő lejtésnek megfelelően a terep vonulatait követi. Hogy az út vagy vasútpálya tengelyvonala szabályos legyen, a semleges vonal mentén, ahhoz jól simulva, sokszögmenetet vezetünk. A sokszögmenet azonban — ezt már láttuk — egyenesekből áll, tehát két-két egyenes találkozásánál töréspontok adódnak. Mivel a járművek részére a hirtelen elfordulás nélküli haladást kell biztosítanunk, ezért a töréspontokat ívek, leggyakrabban körívek közbeiktatásával ki kell ejtenünk. A 127. ábra felülnézetben (helyszínrajzban) szemlélteti az eddig mondottakat.

Minden körív kitűzésénél ismernünk kell a két szögszár által alkotott belső szöget, és meg kell választanunk a megfelelő sugarat. A kitűzendő körívek minimális sugarát sok esetben hatósági rendelkezések



127. ábra. Utak tengelyvonalának kitűzése

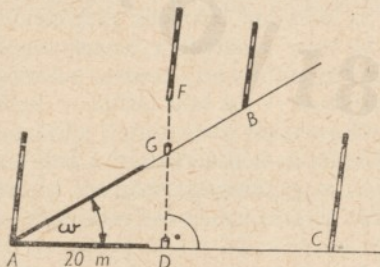
mi csak a derékszögű szögtűzővel és a táblázattal való körívkitűzést tárgyaljuk.

A körív kitűzése derékszögű szögtűzővel

A terepen cövekekkel jelölve látszik az a két szögszár, amely közé adott r sugarú körívet kell kitűznünk. A kitűzéshez előbb ennek a semleges vonalhoz simuló sokszögmenetnek két oldala által bezárt szög nagyságát kell meghatároznunk. Kitűzzük mind a két szögszárat kitűzőrudakkal, majd az egyik szögszárra egy tetszőleges értéket mérünk fel (pl. 20 métert). A kapott D pontban felállva merőlegest tűzünk ki az AC szögszárra (128. ábra). A kapott merőleges egyenesnek (DF) és az AB szögszárnak megkeressük a metszéspontját. A metszéspont (G) és a talppont (D) közötti távolságot lemérjük. Az ismeretlen ω szög egy derékszögű háromszög hegyesszöge lett, így az számítható:

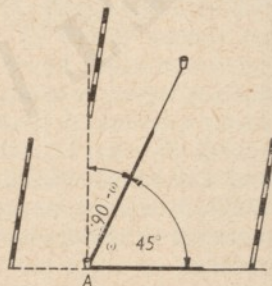
$$\operatorname{tg} \omega = \frac{GD}{AD}$$

Ha ω nagyobb, mint 45° , akkor nem ω -t, hanem annak pótszögét határozzuk meg. Ebből a célból előbb a szögcsúcsban merőlegest tűzünk ki az egyik szögszárra, miáltal a pótszög hiányzó szárát kapjuk meg. A továbbiak folyamán eljárásunk már azonos az előbbivel (129.



128. ábra.

A közbezárt szög megállapítása

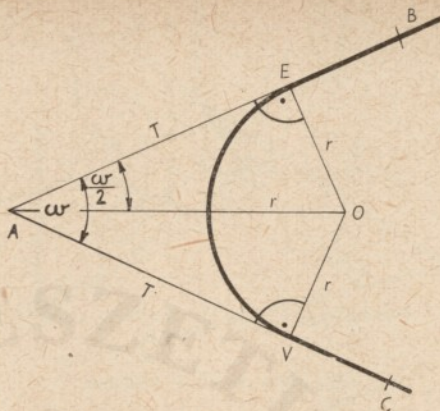


129. ábra.

A pótszög megállapítása

ábra). Az így kapott szög tehát $(90^\circ - \omega)$, amiből ω -t megkapjuk, ha 90° -ból kivonjuk a $(90^\circ - \omega)$ -t.

Mielőtt a kitűzéshez kezdenénk, vessünk egy pillantást a 130. ábrára. Ez az adott r sugarú körívet mutatja az előbb megismert ω szög szárai között — rajzban. Az r sugarú körív két pontban érinti a szög szárait, E és V pontokban. Ezek az ív eleje és az ív vége pontok.



130. ábra. A kitűzött körív rajzban

Ezeknek a szögcsúcstól való távolságuk (T) az érintőtávolság. Ha ezt ismerjük, akkor a szögszárokra felmérve megállapítható az ív eleje és vége. Az ábra szerint az érintőtávolság — mint a szög melletti befogó — egy olyan derékszögű háromszögből számítható, ahol $\frac{\omega}{2}$ a hegyesszög és r a szöggel szemben fekvő befogó.

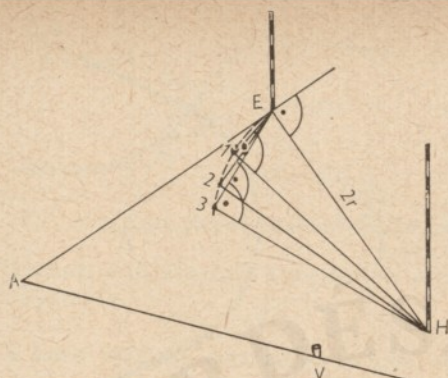
$$\frac{T}{r} = \operatorname{ctg} \frac{\omega}{2}$$

és ebből

$$T = r \cdot \operatorname{ctg} \frac{\omega}{2}$$

Ezen az alapon a jelen esetben is — az ω meghatározása után — kiszámítjuk az érintőtávolságot. Ennek az értékét azután a szögcsúcstól kezdve mindkét kitűzött szögszárra felmérjük. Megkapjuk az ív eleje (E) és az ív vége (V) pontokat.

A körív többi pontját — *Thales-tétel*ének alapján — prizmával tűzük ki. Geometriából ismerjük e tételt, hogy minden körben az átmérőn nyugvó kerületi szögek mind egyenlők és derékszögek. A tétel gyakorlati alkalmazására az egyik érintési pontban merőlegest tűzünk ki a szögszárra. Ha azután a merőlegesre az adott sugár kétszeresét felmérjük, akkor a kitűzendő körív átmérőjét kapjuk meg. Az átmérő mindkét végpontjába kitűzőrudat állítunk, és a tétel alapján szögtűző prizmával keressük meg az átmérőhöz tartozó derékszögű kerületi



131. ábra. A körív kitűzése

szögek csúcspontjait (131. ábra).

E ponttól V pont felé haladva arccal E pont felé fordulunk kezünkben a prizmával. Addig mozgunk előre és hátra, amíg a prizma-ban megjelent H pont képe, és a prizma felett szemlélt E képe egybe nem esik. Ez a pont egy derékszögű kerületi szög csúc-sa, amelyet lefüggélyezve cö-vekkal meg is jelölünk (1). Egy-két lépést téve V felé újból

egy derékszögű kerületi szög csúc-sot keresünk a már ismert módon (2). És így tovább.

Ez az eljárás könnyű és gyors, de csak kisebb pontosságú köríveknél, 30–40 m sugarú körívig, és csak fedetlen, közel sík terepen alkalmazható.

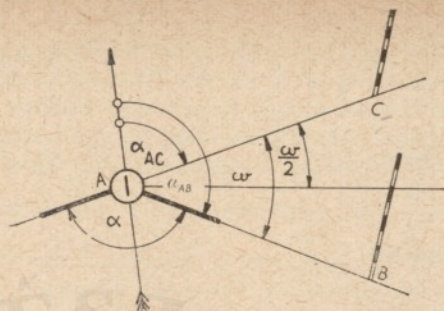
A körív kitűzése táblázatból kiolvasott adatokkal

A kitűzött szög nagyságát busszolóval állapítjuk meg. A már tanultak szerint mérjük a szögcsúcspontban állva mindkét szögszár delejes irányszögét, majd a kettő különbségeként kivonással határozzuk meg az ismeretlen közbezárt szöget (ω). Mivel a kitűzési adatokat tartalmazó ívkitűzőtáblázatok a kitűzés adatait a közbezárt szögek kiegészítő szö-gének (α) függvényeképpen tartalmazzák (3. táblázat), ω ismeretében

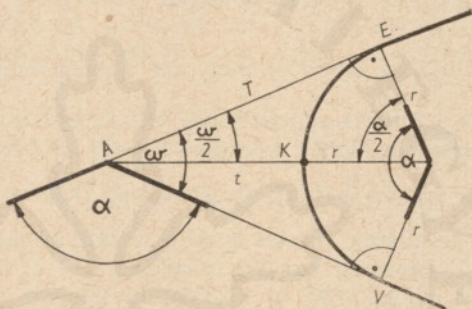
3. táblázat. Ívek jellemző adatai

Fok	Érintő	Tetőtáv	Ívhossz
α	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	$\sec \frac{\alpha}{2} - 1$	$\frac{\alpha \pi}{180^\circ}$
56,0	0,53171	0,13257	0,97738
56,5	0,53732	0,13522	0,98611
57,0	0,54296	0,13789	0,99484
57,5	0,54862	0,14061	1,00356
58,0	0,55431	0,14335	1,01229
58,5	0,56003	0,14614	1,02102

azt meg kell határoznunk (132. ábra). $\alpha = 180^\circ - \omega \cdot \alpha$, valamint a kitűzendő sugár (r) ismeretében ezután az ívek jellemző adatait tartalmazó táblázatból sorban kiolvassuk a kitűzéshez szükséges adatokat. A táblázat az érintőtávolságot, a tetőtávolságot és a kitűzött ív hosszát tartalmazza a — mért, közbezárt szöghöz tartozó — kiegészítőszög függvényeként. És hogy a táblázatot mindenféle nagyságú sugárhoz lehessen használni, az ott szereplő adatok 1 m körív sugárra vonatkoznak. A táblázat adatainak a megértéséhez nézzük jól meg a 133. ábrát. Világosan látszik először is



132. ábra. A közbezárt szög megállapítása



133. ábra. A kitűzés elméletének szemléltetése

az, hogy az A -nál levő kiegészítő szög és a kitűzendő körív középpontjánál levő központi szög merőleges szárú szögek. A merőleges szárú szögek pedig, ha mindkettő hegyesszög vagy tompaszög, akkor egyenlők.

Az érintőtávolságot most abból a derékszögű háromszögből számítsuk ki, ahol a hegyesszög az előbb említett szögnek a fele: $\frac{\alpha}{2}$

$$\text{Itt: } \frac{T}{r} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{ebből: } T = r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$r = 1$ esetében tartalmazza a táblázat az érintőtávolságot $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ értékkel.

Az ábra alapján az A és K közötti távolság a t . Ezt nevezzük a tetőtávolságnak. Ez tehát a szögcsúcs és a kitűzött ív közepe közötti távolság. Számítható az előbbi háromszögből, ahol:

$$\frac{t+r}{r} = \sec \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{ebből: } t+r = r \cdot \sec \frac{\alpha}{2}$$

t -t kifejezve:

$$t = r \cdot \sec \frac{\alpha}{2} - r$$

r -t kiemelve:

$$t = r \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

Mint az előbb, úgy a tetőtávolságnál is a táblázatban $r = 1$ esetében a $\left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$ érték szerepel.

És bár az előbb említett két esetben mindkét képletben $\frac{\alpha}{2}$ szerepel, mégis a kitűzés adatait α -nál kell keresnünk, mivel ezek a táblázatok már eleve úgy lettek szerkesztve, hogy az α szögnek megfelelő sorban az $\frac{\alpha}{2}$ -hez tartozó értékek olvashatók ki. Kivétel ez alól az ívhossz rovata, ahol az adatok viszont mind α értékre vonatkoznak. E rovat megértéséhez végezzünk egy kis elmefuttatást: a félkör kerülete, hossza $r\pi$. Ez az ívhossz 180° -os középponti szöghöz tartozik. Egy fokhoz ezek szerint $\frac{r\pi}{180^\circ}$ ívhossz tartozik. Ha az egységhez ennyi ívhossz tartozik,

akkor α szöghöz α -szor annyi, azaz $\frac{r\pi \cdot \alpha}{180^\circ}$

Ezt az adatot is a táblázat $r = 1$ m esetében tartalmazza. A kitűzési táblázat használatát konkrét példa alapján gyakoroljuk.

Pl. busszolóval mért közbezárt szögünk $\omega = 122^\circ 30'$. A kitűzendő körív sugara legyen 100 m. Ezek alapján olvassuk ki a kitűzés adatait a táblázatból.

Mindenekelőtt az α értékét kell megállapítanunk:

$$\alpha = 180^\circ - \omega = 57^\circ 30'$$

$$\text{Tizedfokban kifejezve: } \alpha = 57,5^\circ$$

És most már kiolvassuk:

$$T = 0,54862 \text{ m}$$

$$t = 0,14061 \text{ m és az ívhossz: } I = 1,00356 \text{ m.}$$

Ezek az adatok 1 m sugárra vonatkoznak, ezért a kiolvasott értékeket be kell még szorozni jelen esetben 100-zal. Így az érintőtávolság $T = 54,862$ m, a tetőtávolság $t = 14,061$ m és az ívhossz pedig 100,356 méter.

Az így kapott értékeket a megfelelő helyen kitűzzük. Az érintőtávolságot a kitűzőrudakkal láthatóvá tett szögszarakra, a tetőtávolságot pedig a szögfelezőre. Ez utóbbit busszolóval tűzzük ki a következőképpen: A 132. ábrát szemlélve egy kis gondolkodás után azonnal megállapíthatjuk, hogy a kitűzendő szögfelező irányszögét úgy kapjuk meg, ha az α_{AC} irányszöghöz hozzáadjuk a közbezárt szög felét, $\frac{\omega}{2}$ -et. Nem

kell tehát mást csinálnunk, mint hogy erre az értékre beállítván műszerünket a nyiladékkitűzés harmadik lépésénél megismert módon kitűzzük a felezési irány irányszögét.

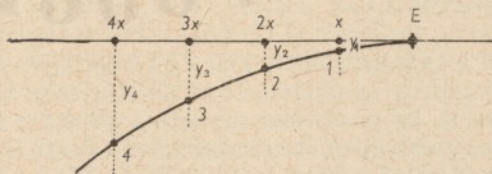
Az adatok kitűzésével a körív elejét, végét és közepét kaptuk meg a terepen. A körív többi pontját egy erre a célra szolgáló táblázatból kiolvasott adatokkal sűrítjük (4. táblázat). Lényege az, hogy az ív elejétől (illetve végétől) a szögcsúcs felé haladva egyenlő X értékeket je-

4. táblázat. A körív ordinátái

Abszissa m	KANYARULATI SUGÁR m									
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
	ordináta, m									
5	0,251	0,209	0,179	0,156	0,139	0,125	0,114	0,104	0,096	0,089
10	1,010	0,839	0,718	0,627	0,557	0,501	0,455	0,417	0,385	0,358
15	2,300	1,910	1,630	1,420	1,260	1,130	1,030	0,941	0,868	0,806
20	4,170	3,430	3,920	2,540	2,250	2,020	1,830	1,680	1,550	1,440
25	6,700	5,460	4,620	4,010	3,540	3,180	2,880	2,630	2,430	2,250
30	10,000	8,040	6,750	5,840	5,150	4,610	4,170	3,810	3,510	3,250
35	14,290	11,270	9,380	8,060	7,080	6,330	5,720	5,220	4,800	4,450
40	20,000	15,280	12,550	10,720	9,380	8,350	7,530	6,860	6,310	5,840

lölünk ki az érintőkön. Ezen X értékek végpontjaiban azután sorban merőlegeseket tűzünk ki prizmával, amely merőlegeseken a táblázatból kiolvasott ordináták (y -ok) felmérésével a körív közbenső pontjait kapjuk (134. ábra).

Ha az előbbi körív további pontjait akar-nánk kitűzni, akkor pl.



134. ábra. Ponsűrítés

5 m-es X -ek felmérése után, az X -ek végpontjaiban állított merőlegekre sorban 0,125, 0,501, 1,13, 2,02, 3,18, 4,61 m-t stb. kellene felmérnünk, hogy a 100 sugarú körívet kitűzve láthassuk.

A kitűzést az egyik érintőről csak az ívközépig folytassuk. Az ív másik felét a másik érintőről tűzzük ki.

A táblák használatával kapcsolatban a következőket jegyezzük meg. Minden segédkönyvben, leginkább a könyv elején, ábrákkal és szám-példákkal kidolgozott magyarázat tartozik minden táblázathoz. Mielőtt tehát egy táblázatot használni akarnánk, feltétlenül nézzük meg a hozzátartozó magyarázatot.

Adott terület kitűzése

Az erdőművelési, erdőhasználati munkák gyakran olyan feladat elvégzését teszik szükségessé, amikor adott területet kell valahol kitűznünk. Leggyakrabban ez a feladat a csemetekert kitűzésénél adódik, de hasonló a munkánk akkor is, amikor vágásterületet, vagy éppen becsléshez próbaterületet kell kitűznünk. Sorbavéve az előforduló eseteket, a következőket jegyezzük meg.

a) *Csemetekert kitűzése.* A feladatnál a kitűzendő kert nagysága legtöbbször adva van. Ugyanígy adott a kitűzés körülbelüli helye is. A kitűző feladata a pontos hely megválasztása, valamint a csemetekert alakjának megtervezése, és utána természetesen a kitűzés végrehajtása.

A kitűzés menetét nézzük egy tényleges példán át. Legyen a kitűzendő csemetekert nagysága 5000 m^2 . Körülbelüli helyét az erdőművelés szempontjainak megfelelően szintén megkaptuk. Művelési ismereteink alapján tudjuk, hogy egy kert legideálisabb alakja a négyzet. A helyszínen tehát szemre tájékozódunk, hogy vajon lehetséges-e egy négyzet alakú kert kitűzése vagy sem? Tegyük fel, hogy igen. Ebben az esetben meghatározzuk a területileg adott négyzet oldalhosszát:

$$T = 5000 \text{ m}^2 \qquad a = \sqrt{5000} = 70,71 \text{ m}$$

Ezután erdőművelési szakszempontok mérlegelésével szemre megtervezzük a kert végleges helyét. Kitűzésnél előbb — a már ismert módon — egy egyenest tűzünk ki. Erre az egyenesre rámérjük mérőszalaggal a számított oldalhosszt. Így megkapjuk a kitűzendő kert két sarokpontját. A sarokpontokban felállva szögtűző eszközzel merőlegeseket tűzünk ki, amelyekre ugyancsak rámérjük a számított 70,71 m-t. Ha a negyedik oldal ellenőrzésünkkor szintén 70,71 m, s a rajta levő szögek derékszögek, akkor kitűzésünk jó. Hiba előfordultával újra meg kell néznünk elsősorban a kitűzött irányokat, másodsorban a felmért hosszakat. Minden esetben megtaláljuk a hibát, így az javítható.

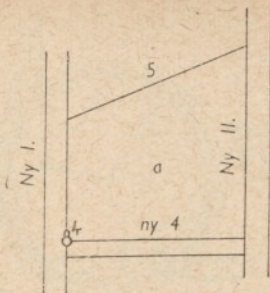
E kitűzési feladatnál — ferde terepen — természetesen vízszintes oldalméreteket kell kitűznünk. Ha a rendelkezésre álló hely négyzet kitűzését nem teszi lehetővé, akkor a terephez legjobban simuló vagy a csemetekerti művelésnek legjobban megfelelő téglalap alakot tűzzük ki. Az eddigiekből okulva ez most már nem lehet probléma.

b) *Vágásterület kitűzése.* Sajnos, mivel ilyen feladatoknál két azonos eset nem nagyon adódik, így általános érvényű szabályt megadni nem is lehet. Ha azonban mindenkor a célnak legjobban megfelelő mód-

szert igyekezünk alkalmazni, akkor hamar elérjük célunkat. Ügyeljünk arra, hogy kitűzésünket úgy tervezzük meg, hogy az mérőszalag és valamilyen szögtűző használatával legyen végrehajtható. A 135. ábra egy eset a sok közül. Az $5/a$ erdőrészletben véghasználatot kell gyakorolni, de csak a ny_4 -re támaszkodva 2 hektárnyi területen. A 2 hektárnyi területet téglalapként célszerű kitűzni. Ebből a célból a 4-es számú belső állandósítási ponttól kitűzzük a ny_4 északi vonalát, majd szalaggal megmérjük annak hosszát. Ez lesz a kitűzendő téglalap egyik oldala. A kitűzendő területet osztva a mért adattal, megkapjuk a kitűzéshez szükséges másik oldalhosszt. Ny_I és Ny_{II} -nek kitűzvé az erdőrészlet felőli oldalát ezekre a számított méreteket felmérjük. Ezzel megkaptuk a véghasználatra kerülő 2 hektár hiányzó két sarokpontját. A továbbiakban most már nem is kell mást csinálnunk, mint a körülményeknek megfelelő egyenes kitűzési eljárással ki kell tűznünk ezek között a vágás határvonalát.

A területosztási feladatokban — amelyeket a későbbiek folyamán ismerünk majd meg, — több hasonló feladat elméleti alapját láthatjuk.

c) *Becslési, erdőművelési próbaterületek kitűzése.* Ilyen címen derékszögű négyszögeket kell a megfelelő szakszempontok figyelembevételével kitűznünk, és ez az előzőekben tárgyaltak után nem okozhat problémát.

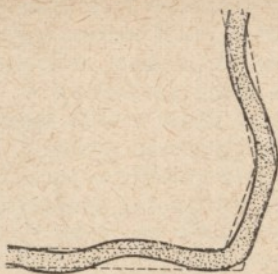


135. ábra.
Vágásterület kitűzése

KISEBB TERÜLETEK ÖNÁLLÓ FELMÉRÉSE

Kisebb területen 50 kh-nál kisebb területet értünk. És mivel az erdő gazdasági beosztásában a részletek, az erdőrészletek területe majdnem mindig 50 kh alatt van, hamar beláthatjuk, hogy van bőven lehetőség mérésre.

Minden esetben a kisebb terület határpontjainak egymáshoz viszo-



136. ábra. Közelítő sokszögmenet patak felmérése esetén

nyitott helyzetét állapítjuk meg, így a feladatok végrehajtása során szögeket és távolságokat kell mérnünk.

Attól függően, hogy a mérés milyen célokat szolgál, illetve, hogy milyen eszköz, műszer áll rendelkezésünkre, más és más módszert alkalmazhatunk. Bármelyik eljárással végezzük is el a feladatot, első lépésként mindenkor a határpontokat cövekekkel kell ellátnunk. (Határpontokon a határt alkotó egyenesek töréspontjait értjük.) Cövekeléskor ne feledjük el a már erről tanultakat. Hosszú határvonalszakaszon, ahol az egyik törési

pont a másiktól nem látható, ún. közbenső pontokat kell felvennünk. Ezeknek a számozása lehetőleg törtszám legyen. A tört számlálója a közbenső pont előtti cövek (töréspont) száma, a nevező pedig a közbenső pont számát mutatja. Pl. ha egy közbenső cövek száma $\frac{4}{2}$, ez azt jelenti, hogy a közbenső pont a 4-es és az 5-ös számú töréspontok között a második közbenső pont.

Kanyargós határvonalak esetén pl. folyóknál, túlságosan sok töréspontot kellene felvennünk, ha azt mind jelölni és bemérni akarnánk. Ilyen esetben olyan közelítő sokszögmenetet veszünk fel, amelytől a tényleges határvonal nem tér el erősebben a térképi 1 mm-nél. Tehát pl. 1 : 2000-es méretarányú térképen az eltérés 200 cm. A közelítő sokszögmenetet úgy kell felvennünk, hogy a sokszög pontjai a határt alkotó pataknak vagy folyónak egyszer az egyik, másszor a másik oldalára kerüljenek (136. ábra). Így terület szempontjából is helyes eredményre jutunk, mert amennyit az egyik helyen levágtunk, ugyanannyit a másik helyen hozzáadunk.

Minden kisebb terület felvételénél arra törekedjünk, hogy a szabálytalan sokszög alakú idomot olyan idomokra bontsuk fel, amelyeknek egyszerű a területszámító képletük. Ezek az idomok a háromszög, ill. a trapéz.

Területmérés segédátókkal

Ezt a fajta mérést akkor alkalmazzuk, ha csak mérőszalag áll rendelkezésünkre, és a terep fedetlen. Így dolgozhatunk tehát erdei réteknél, szántóknál és üres vágásterületeknél, akkor, ha a területidom kevés oldallal van határolva. A lényege az eljárásnak az, hogy egy töréspontból kiindulva az idomot háromszögekre bontjuk, és azután az alakított háromszögek mindhárom oldalát megmérjük.

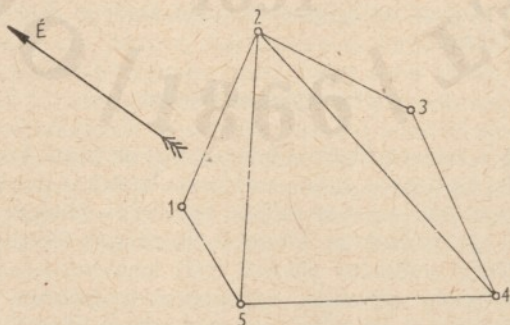


137. ábra. Égtájak megállapítása órával

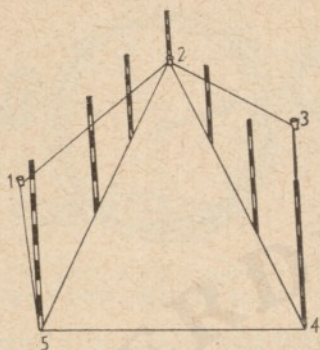
A feladat végrehajtása a következőképpen megy végbe.

Először körüljárva az idomot kicövekeljük töréspontjait. Ezután elkészítjük szabadkézzel a felveendő terület vázrajzát. Leghelyesebb az idom közepére beállnunk arccal észak felé, mivel az észak-déli irányt amúgy is fel kell tüntetnünk vázrajzunkon.

Ha nincs tájolónk, az észak-déli irányt órával is megállapíthatjuk (137. ábra). Óránként vízszintesen kézben tartjuk úgy, hogy az óramutató (kismutató) a nap felé mutasson. Ha most a mutató és az óralap 12-es száma közti szöget megfelezzük, a felezési irány a déli irányt mutatja. Dél előtt az óramutató és a 12-es szám közötti hegyesszöget, délután pedig a 12-es szám és az óramutató közötti tompaszöget felezzük. A szöget mindkét esetben az óramutató járása irányában számítjuk.



138. ábra. Segédátlós felvétel vázrajza



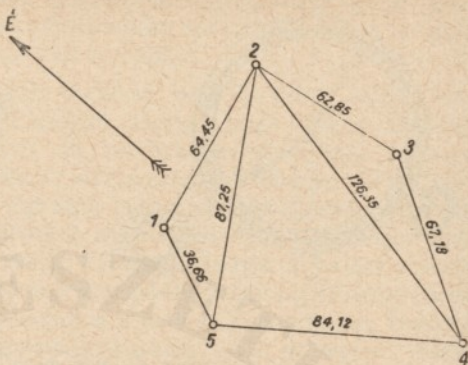
139. ábra. A segédátlók kitűzése

A vázrajz készítésekor tehát arccal észak felé fordulunk. A vázrajz szélén meghúzzuk az észak-déli irányt, majd a töréspontokat jelölő cövekeket égtáj szerint elkülönítve szemrebecsült távolságukkal feltüntetjük papírunkon. Arra kell törekednünk, hogy a cövek közötti, valamint a cövek és állásunk közötti távolságokat arányosan tüntessük fel. Ami távolabb van tőlünk, az a rajzunkon is távolabbra kerüljön, és így tovább. Ezután vázrajzunkon berajzoljuk a terepen kitűzendő és felmérendő segédátlókat (138. ábra, 2—4, és 2—5.).

A következőkben kitűzőrudakkal kitűzzük a segédátlókat (139. ábra), és a mérőszalaggal sorban meghatározzuk hosszukat. A kapott adatokat vázrajzunkra a megfelelő átló fölé feljegyezzük.

Végezetül sorban kitűzzük az egyes határvonalszakaszokat is, majd szalagméréssel meghatározzuk hosszukat. Ezeket az adatokat is vázrajzunkon a megfelelő határvonalszakaszt jelentő vonal fölé felírjuk.

Mérésünket ezzel be is fejeztük. A vázrajzra csupán fel kell még írunk a mérés tárgyát, az időpontot, majd aláírjuk. Egy kész vázrajzot mutat a 140. ábra.



140. ábra. Kész vázrajz segédátlós felvételnél

Sarkpontos felvétel

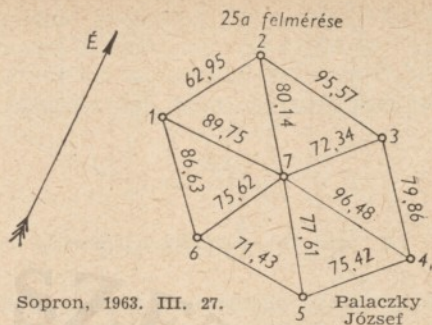
Végezhetjük a háromszögekre bontást egy az idom közepe táján felvett pontból is. Ez a pont az ún. sarkpont. Ilyenkor természetesen több háromszöget kapunk, mint az előbb, de átlóink feltétlenül rövidebbek lesznek, mint ugyanannak az idomnak segédátlós felvétele esetén, ami pontosabb mérési eredmény elérését teszi lehetővé.

A terület felvétele ugyanúgy, ugyanolyan lépésekben történik, mint az előbbi eljárással. A 141. ábra egy sarkpontos felvétel kész vázrajzát mutatja.

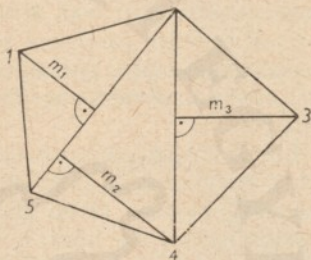
Mindkét felmérés a sok hossz-mérés miatt eléggé hosszadalmas, és valóban csak akkor alkalmazzuk, ha csak szalag áll rendelkezésünkre.

Ha derékszögűző eszköz is van kéznél, akkor a legcélszerűbb mindkét esetben az alakított háromszögek magasságát talppontkereséssel meghatározni, és a segédátlók hosszán kívül csak e magasságok hosszát mérni. Ez már gyorsabb eljárás, mivel egy háromszög esetében már csak két méretet vettünk fel.

De még jobban lerövidíthetjük ez esetben a mérés idejét, ha két-két szomszédos háromszög felvételekor a közös oldalt tekintjük közös alapjuknak, és e közös alapon keresvén a két háromszög magasságát, egy alapot (segédátló) és két magasságot mérünk (142. ábra).



141. ábra. Sarkpontos felvétel kész vázrajza



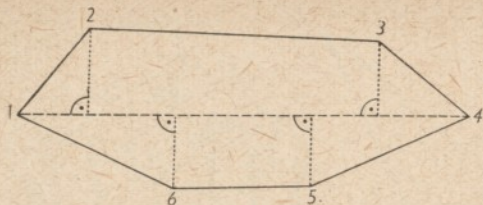
142. ábra. Magasságmérés segédátlós felvételénél

Összrendezőkkal való mérés

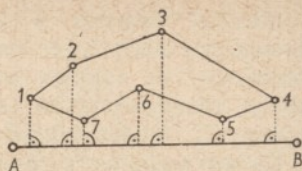
Fedetlen terepen a feladatot ún. összrendezőkkal is megoldhatjuk. Szükséges eszköz egy prizma, mérőszalag és kitűzőrudak.

Lényege: a felveendő idomon belül (vagy azon kívül) egy ún. alapvonalat tűzünk ki, amelyen megkeressük a határpontokból az alapvonalra tűzhető merőlegesek talppontját. Ezáltal minden idom derékszögű háromszögekre és derékszögű trapézokra lesz felbontva. Ezeknek a rész-idomoknak az alapvonalon mérjük a területszámításhoz szükséges egyik, a kitűzött merőlegeseken a másik alkotórészét. A mért vonalak egymásra merőlegesek, mint a matematika x és y összrendezői. Innen kapta az eljárás az elnevezését.

A felvételt a következő sorrendben végezzük. Pl. a 143. ábrán feltüntetett területidomot kell felmérnünk. Először körüljárjuk az idomot. Megállapítván a töréspontokat, azokat cövekekkel látjuk el. Ezután a



143. ábra. Összrendezőkkal felmérhető terület



144. ábra.

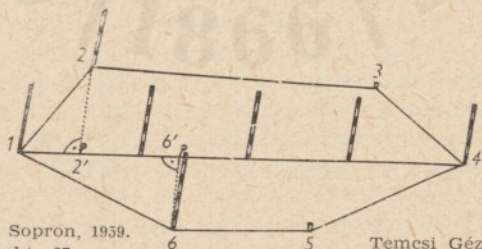
Alapvonal az idomon kívül

már ismert szempontok alapján elkészítjük felmérendő idomunk vázrajzát. E vázrajzon megtervezük az alapvonalat. Az idomon belül ez rendszerint két szemben fekvő töréspontot összekötő egyenes. Az alapvonal tervezésekor csak arra kell ügyelnünk, hogy választott alapvonalunktól egyetlen töréspont se legyen távolabb 60—80 m-nél, mert ezen a távolságon túl a prizmával való derékszögkitűzés bizonytalansággal jár, amely meg nem engedhető hiba becslésűsítés eredményezheti mérésünkbe.

Ebből következik most már az is, hogy az idomon kívül felvett alapvonal esetében is az előbb elmondottak szerint kell terveznünk. Végeredményben idomon kívüli alapvonalról csak igen keskeny területidomot vehetünk fel (144. ábra).

Vázrajzunkon nemcsak az alapvonalat húzzuk meg, hanem egyúttal a határvonalak töréspontjaiból az alapvonalra húzható merőlegeseket is.

Ezek után a terepen kitűzzük tervezett alapvonalunkat és a kitűzőrudakkal megjelölt töréspontokból kitűzhető merőlegesek prizmával megkeresett talppontjait. A talppontokat vagy kataszteri szeggel, vagy cövekkel megjelöljük. A 145. ábrán jól látható az 1-es és 4-es pontok között kitűzött alapvonal, valamint a 2-es pontból elsőként kitűzött talppont 2'. Ha minden talppontot ismerünk már, következhet a felmérés. Az alapvonal valamelyik pontjától elindulva mérjük először min-



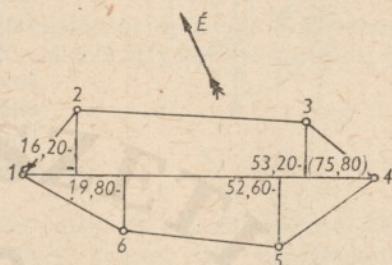
Sopron, 1959.
okt. 27.

Temesi Géza

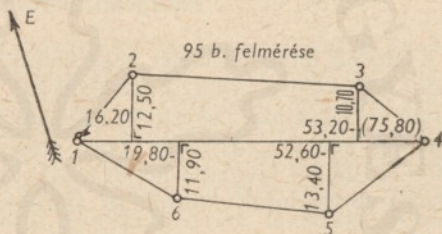
145. ábra. Alapvonal kitűzés és talppont keresés

den talppontnak a kiindulóponttól való távolságát. Ezt a mérést folyamatosan végezzük. Egyik szalaghosszt a másik után fektetjük az alapvonal túlsó végpontjáig, és közben minden talppontnál leolvasunk. Méreteinket a vázrajzon előírással írjuk be (146. ábra). Kiindulópontunk vázrajzi jeléből először is az alapvonal iránya felé mutató rövid kisnyilat húzunk, majd a minden talppontnál leolvasott adatot a talppont elé írjuk be. Folyamatos mérésünk jelölésére a beírt méretek után rövid gondolatjelet teszünk. Ezek az x irányú méretek az alapvonalnak mindig arra az oldalára kerüljenek, amerre a talpponthoz tartozó töréspont is van. A végső leolvasást — az alapvonal teljes hosszát jelentő méretet — zárójelbe tesszük. Ezután minden talppontnak a töréspontjától való (y irányú) távolságát kell mérnünk. A kapott méreteket a megfelelő vázrajzi vonalak fölé írjuk. Ezek az irányok merőlegesek az előbb felvett méretek irányaira. Ezt vázrajzunkon úgy jelöljük, hogy a talppont mellett az alapvonal fölé vagy alá (az Y irányú összrendező helye alapján) L merőleges jelet teszünk. Ha vázrajzunkat a szükséges feliratokkal is elláttuk, akkor befejeztük mérésünket. A 147. ábra egy összrendezővel felvett idom kész vázrajzát mutatja.

Ez a módszer használható akkor is, ha valamely fedett területfoltot, pl. erdőfoltot akarunk felmérni. Ilyenkor az idomon kívül alapvonalnégy-

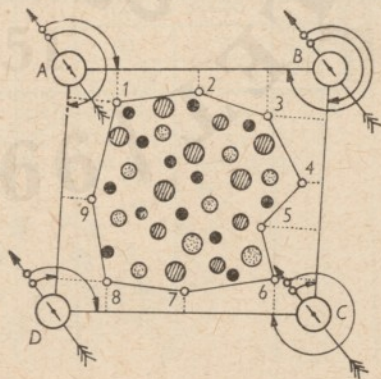


146. ábra. x irányú összrendezők beírása a vázrajzba

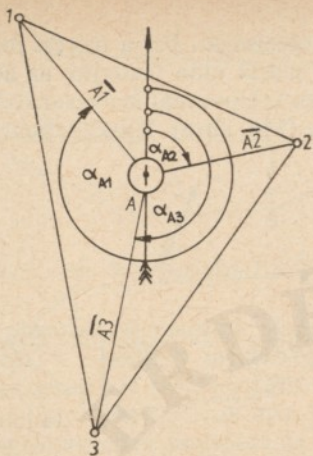


Sopron, 1959. okt. 21

147. ábra. Összrendező felvétel kész vázrajza



148. ábra. Fedett terület felmérése



149. ábra. Sarkponti mérés busszolóval

Sarkponti mérés busszolóval

Fedetlen terep felvételét végezhetjük busszolóval is. Miután a töréspontokat kicövekeltük, busszolóval a felveendő idom közepe táján (amit sarkpontnak nevezünk) felállunk a tanultak szerint. Álláspontunkat úgy kell megválasztani, hogy attól a határpontok 50—60 ölnél, ill. 80—100 m-nél távolabb ne legyenek. Azután sorban megirányozzuk az összes töréspontot. MÉRJÜK az álláspont és irányzott pont által adott

szöget tűzünk ki (148. ábra). Az alapvonalak egymással bezárt szögeit busszolóval meghatározzuk, majd az alapvonalokról éppen úgy mérjük az egyes határpontok merőleges összkendőit, mint abban az esetben, ha csak egy alapvonalunk van.

A tárgyalt eljárások gyorsak és egyszerűek. A mérés és majd a térképezés ellenőrzésére célszerű mérnünk az egyes határpontok egymástól való távolságát is.

Breithaupt b. 1425 sz. Derült, csendes idő Körosztás: Sopron 64. I. 12. Barbalits E.
Összeadandó állandó: 0,30m

Álláspont	Irányzott pont	Delejtű leolvasás		α	hf	hv	Jegyzet	Vázrajz
		É	D					
		0	0					
A	1	300° 30'	120° 30'	0° 15'	65,6	65,9	üres vágásterület a 69 tagban	
	2	62° 24'	242° 25'	0° 55'	51,3	51,6		
	3	223° 06'	43° 06'	0° 16'	82,2	82,5		

150. ábra. Sarkponti mérés jegyzőkönyve

egyenesek irányszögeit. *Reichenbach*-féle távolságmérő segítségével az azok közötti távolságokat, valamint a mért hosszak redukálásához szükséges hajlásszögeket. A 149. ábra az előbb elmondottakat szemlélteti, míg a 150. ábra az előbbi idom felvételének adatait tartalmazó jegyzőkönyvet mutatja.

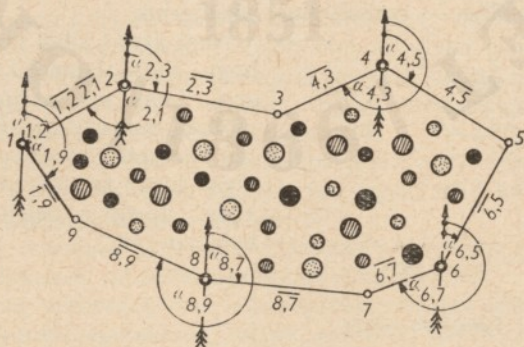
A sarkponti mérés igen gyors és jó eljárás, és ha még a töréspontok közötti távolságokat is mérjük, akkor ellenőrző adatokat szerzünk be a felvett idom térképezéséhez.

Körüljáró mérés

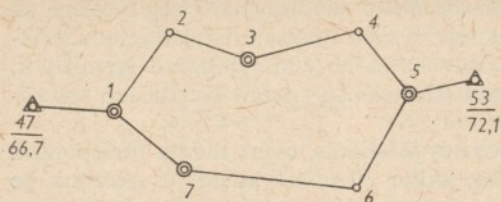
Ha a busszolóval felmérendő terület fedett, pl. egy állománnyal bíró erdőrészletet kell felmérni, akkor olyan eljárást kell választanunk, amely mellett a fedettség kevésbé zavarja mérési munkánkat. Ilyenkor a területidom határán haladva az egyes határpontokat összekötő egyeneseknek mind az irányát, mind pedig a hosszát magán a határvonalon kell mérnünk.

A feladatot itt is a töréspontok cövekekkel való megjelölésével kezdjük. Természetesen előre vázrajzot nem készítünk, mert mint már tudjuk, ha busszolóval mérünk, vázrajzunkat fokozatosan készítjük egy-egy irányzás után. A cövekelés végeztével a nyiladékkitűzésnél tanultak szerint minden második töréspontban felállva járjuk körül az idomot busszolánkkal. Sorban mérjük eközben az egyes határpontokat összekötő egyenesek delejes irányszögét, *Reichenbach*-féle távolságmérővel azok hosszát, az egyes hosszak redukálásához szükséges hajlásszögeket. A 151. ábrán láthatjuk, hogy az erdőfolt felvételénél hol álltunk fel, és hogy az egyes álláspontokból milyen adatokat szereztünk be.

Ha a felmérendő területidomot földrajzi környezetében akarjuk majd



151. ábra. Körüljáró mérés

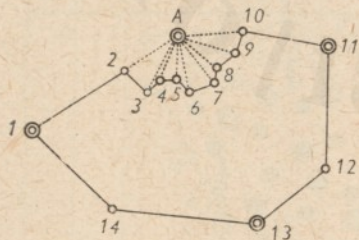


152. ábra. Körüljáró mérés a földrajzi környezet figyelembevételével

térképezni, akkor körüljárásunk alkalmával a mérés kezdetén és a közepe táján, egy-egy alappontba kell bekötünk. Ezek a pontok ugyanis a terepen állandósítva, a térképre pedig felhordva vannak. A 152. ábra egy ilyen esetet ábrázol. 47 és 53 a két alappont, amelybe bekötöttünk. Kettős körrel van jelölve minden műszerálláspont, míg a 2, 4, és 6 az irányzott pontok. És ha figyelmesen nézzük ezt az ábrát, akkor feltétlenül észrevevesszük, hogy végeredményben így két sokszögmenetet vezettünk körüljárásunk során. Az egyik 47-től 1, 2, 3, 4 és 5-ön át 53-ig, a másik pedig 53-tól 5, 6, 7 és 1-en át 47-ig terjed.

Kombinált mérés

Abban az esetben, ha a felveendő terület töréspontjaiban való felállítás nehézségekbe ütközne, vagy a felméréendő területidom töréspontjai egymástól kis távolságra, sűrűn követik egymást, és az összes töréspontban történő műszerfelállítás igen sok munkát igényelne, célszerű a körüljáró mérési módot a sarkpontos mérési móddal kombinálni. A 153. ábrán feltüntetett idom 2—10-es számmal jelölt töréspontjai sűrűn következnek egymás után. Ezért e pontokon kívül a pontok bemérése céljából olyan A pontban állunk fel, ahonnan egyrészt egyik sincs 80—100 m-nél távolabb, másrészt mindegyik látható. Ebből a pontból azután sarkponti mérést végzünk. Az idom többi részét pedig — a 11, 13 és 1-es pontokban felállva — szabályosan körüljárjuk.



153. ábra. Kombinált mérés

Nem árt itt újból megemlítenünk, hogy busszolómeréskor ügyeljünk arra, hogy ne mérjünk zivataros időben, magasfeszültségű egyenáramú vezeték közelében. Általában olyan tárgy ne legyen a műszerhez közel, amely a delejtű mozgására hatással van.

A MÉRÉSI ADATOK FELDOLGOZÁSA

A térkép fogalma, fajtái

A területidomok felmérésénél az a cél vezetett bennünket, hogy az idom területét megismerjük. Ez — hacsak nem segédátlokkal vagy összerendezőkkel történt a felvétel — csak a mérés adatainak egy papírlapon való ábrázolása után válik lehetővé. A mért hosszaknak, szögeknek, a mérés adatainak egy papírlapon — sík felületen — való ábrázolása: a hosszak és szögek felhordása; míg a felhordás útján keletkező rajz: a térkép. *A térkép tehát a mért vonaloknak, pontoknak sík felületen való ábrázolása valamely kisebbsítési arányszám szerint.* Műszaki rajz szempontjából a térkép a Föld felületének valamely kisebbsítési arányszám szerint készített felülnézeti rajza.

Ha a térképezendő tereptárgyaknak csak a vízszintes vetületét tüntetjük fel, úgy térképünket *helyszínrajzi térképnek* nevezzük.

Ha viszont a térképek a helyszínrajzi adatokon kívül még függőleges síkbeli (tehát térbeli) adatokat is tartalmaznak, akkor ezeket a térképeket *térszínrajzi* vagy *topográfikus* térképnek nevezzük.

Ezekben belül megkülönböztetünk kis és nagy méretarányú térképeket.

Ha térképünkön a Föld felületének igen nagy részét ábrázoljuk, akkor kénytelenek vagyunk a valódi méreteket erősen kisebbsíteni. Ezek az ún. *kisméretarányú* térképek. Kisebb földfelület ábrázolásakor viszont már nincsen szükség az erős kisebbsítésre, a valódi méretek és a nekik megfelelő térképi méretek között nincsen olyan nagy különbség, azért ezeket a térképeket *nagyméretarányúaknak* nevezzük.

A különböző mérési célok alapján végzett mérések adatainak felhordásával keletkezett térképek a következők.

a) *A kataszteri térképek* az igazságos adóikvetés céljából a Föld felületét csak a művelési ágak (szántó, rét, legelő stb.) határvonalaival ábrázolják tulajdonosonként elkülönítve.

b) *Városok, községek belterületéről* készült térképeken a köz- és magánterületek láthatók művelési ágankénti elkülönítéssel.

c) *A katonai térképeken* csak a hadászati fontos pontok, vonalak és terepalakulatok (hegycsúcsok, folyók, patakok, gázlók, hegygerincek, utak, kutak, vasútak stb.) találhatók. Térszínrajziak.

d) *A mezőgazdasági térképek* a mezőgazdasági munkák megtervezéséhez, a mezőgazdálkodáshoz szükséges pontokat és vonalakat tartalmazzák.

e) *A bányászati térkép* a kutatási jog hatálya alá tartozó területek föld feletti és föld alatti bemért pontjainak és vonalainak a felhordásával keletkezik.

f) *Az erdőgazdasági térképeken* minden olyan pont és vonal szerepel, amely az erdőgazdálkodáshoz szükséges (utak, nyiladékok, gerincek, részlet-, erdőrészlet-, taghatár stb.). Minden erdőgazdasági térkép nagyméretarányú, és jelenleg még mindegyik csak helyszínrajzi. A haladó erdőművelés azonban lassan megköveteli erdőgazdasági térképeink térszínrajzivá való átdolgozását.

Kétféle erdőgazdasági térképet ismer a gyakorlat: *az alaptérképet* és *az üzemi térképet*. Mivel ezekkel a műszaki rajzban már részletesen foglalkoztunk, felesleges tehát e helyen ismétlésekbe bocsátkoznunk.

A méretarány

A nagy kiterjedésű földfelületek térképezése szükségessé teszi a mérési adatok kisebbitését. Minden térképszerkesztésnél meg kell tehát határoznunk, hogy a valóságban mért adatoknak hányadrészét tüntetjük fel térképünkön. *Azt az arányt, amely megmutatja, hogy a térképi méretek hányadrészei a nekik megfelelő természetbeni méreteknek, méretaránynak nevezzük.* Ilyen méretarány pl. 1 : 2000-hez. Ez azt jelenti, hogy minden a térképen levő 1 egységnek a természetben 2000 egység felel meg. Vagy mondhatjuk úgy is, hogy minden 2000 természetbeni egység a térképen 1 egységgel van ábrázolva. Kétezred része a térkép a valóságnak.

A térképi méretarány előtagja mindig a térképre vonatkozik, míg az utótag a természetbeni méretre. A térképi és a természetbeni méreteket összehasonlító méretarányok előtagjának az értéke pedig mindenkor 1. Az eddig elmondottak mindenféle méretarányra jellemzők. Egyébként a térképi méretarányokat két nagy csoportba sorolhatjuk: *hüvelyköles és általános méretarányokra.*

Az előbbi esetben a méretek összehasonlítása során megmondták, hogy 1 hüvelyk térképi hossznak hány öl természetbeni távolság felel meg.

Pl. 1'' : 40° méretarány azt jelenti, hogy 1 hüvelyk térképi hossznak 40° természetbeni hossz felel meg.

Általános méretarányhoz mértékegység nincs megadva. Az adott méretarány csupán a választott mértékegység mellett a méretek arányát mutatja.

Tehát pl. 1 : 10 000 méretarányánál, ahol 1 térképi egységnek 10 000 természetbeni egység felel meg, 1 m/m : 10 000 m/m-hez, vagy 1 m : 10 000 m-hez, vagy 1'' : 10 000''-hez vagy akár 1° : 10 000°-hoz stb.

Természetesen a hüvelykölös méretarány átalakítható általánossá, hogyha az arányban az elő- és utótagot közös mértékegységre hozzuk.

Alakítsuk át az 1'' : 40° méretarányt általános méretaránná. Tudjuk, hogy 1° = 72'', tehát 40° = 40 · 72'' = 2880'' · 1'' : 40°, tehát 1'' : 2880'' általános méretarányának felel meg. Ha a mértékegységeket el is hagyjuk, akkor 1 : 2880. Ebből már az is következik, hogy ezeken a térképeken 1 m/m-nek 2880 m/m, 1 cm-nek 2880 cm felel meg stb.

Ugyanilyen elv alapján viszont az általános méretarány hüvelykölös méretaránná alakítható.

Pl. 1 : 2000 általános méretarányunk milyen hüvelykölös méretarány felel meg? 1 : 2000 ez többek között azt is jelenti, hogy 1'' : 2000'' · 1'' pedig 1/72 öl, tehát akkor 2000'' = 2000 : 72 = 27,78°. Vagyis 1 : 2000 = 1'' : 27,78°.

A térképeken leggyakrabban szereplő méretarányok a következők:

1928 előtti kataszteri méretarány	1'' : 40° = 1 : 2880
Sűrűn parcellázott területekről készült ún. melléklapok méretaránya	1'' : 20° = 1 : 1440
Belsőseégekről készült térképeké	1'' : 10° = 1 : 720
1928 után a kataszteri méretarány	1 : 2000
Sűrűn parcellázott területeké	1 : 1000
Belsőseégeké	1 : 500

Az erdőgazdasági térképek méretarányát már ismerjük.

Hogyan használjuk a megadott méretarányokat a gyakorlatban?

A méretarány általános jelöléssel 1 : k . 1 térképi egységnek, tehát k egység felel meg a természetben. Ha pedig a térképünkről h egységet mérünk le, akkor a természetben ennek H egység lesz a megfelelője. Szükséges azonban, hogy h és H között ugyanaz az arány legyen, mint 1 és k között. Tehát

$$1 : k = h : H$$

Ebből az aránypárból kiszámítható, hogy a természetben mért H egységnek mekkora h térképi hossz felel meg:

$$h = \frac{H}{k}$$

Ugyanebből az aránypárból H is kifejezhető, ha h ismert

$$H = k \cdot h$$

Vegyünk át egy-két számszerű példát a méretarányok használatának begyakorlására.

1. példa 365,00 m-t mértünk a természetben. Térképünk 1 : 1000-hez méretarányú. Mekkora lesz a távolság térképi hossza?

$$1 : 1000 = h : 365$$

$$h = \frac{365 \text{ m}}{1000} = 0,365 \text{ m} = 365 \text{ mm}$$

2. *példa.* Térképünk méretaránya 1 : 2880. Mekkora természetbeni hossz felel meg 20 mm-nek?

$$1 : 2880 = 20 : H$$

$$H = 20 \cdot 2880 = 57\,600 \text{ mm} = 57,60 \text{ m}$$

3. *példa.* Mekkora térképi hossz felel meg 30 ölnek

1'' : 40° méretarányú térképen?

$$1'' : 40^\circ = h'' : 30^\circ$$

$$h'' = \frac{1'' \cdot 30^\circ}{40^\circ} = 0,75'' = 0,75 \cdot 26,34 \text{ mm} = 19,76 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

4. *példa.* Mekkora természetbeni hossz felel meg az 1'' : 10° méretarányú térképről lement 13,2 cm-nek? Ez esetben legjobb a cm-t hüvelykké átalakítani:

$$13,2 \cdot 0,38'' = 5,016'' = 5''$$

és ezután

$$1'' : 10^\circ = 5'' : H^\circ$$

ebből

$$H^\circ = \frac{5'' \cdot 10^\circ}{1''} = 50^\circ$$

Ugyanez a feladat úgy is megoldható, hogy az öles méretarányt alakítjuk át általánossá: 1° = 72'', tehát 10° = 720''

$$1'' : 10^\circ = 1 : 720 \text{ és most már}$$

$$1 : 720 = 13,2 : H$$

$$H = 720 \cdot 13,2 = 9504 \text{ cm} = 95,04 \text{ m}$$

Az eredményt öllé alakítva:

$$95,04 \text{ m} = 95,04 \cdot 0,527 = 50,09^\circ$$

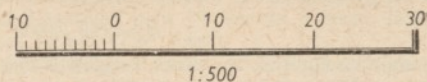
A léptékek

A természetbeni vagy a térképi hosszak méretaránnal számítása hosszadalmas, lassú. Térképszerkesztéskor pedig sok természetben mért adatot kell felhordanunk. A munkát erősen meggyorsítjuk azzal, ha grafikus úton, rajz segítségével határozzuk meg a természetbeni hosszaknak megfelelő térképi hosszakat. Ezt a célt szolgálják a léptékek: a vonalas és átlós léptékek.

Vonalas lépték

A vonalas lépték (154. ábra) valamilyen méretarány szerint beosztott alapvonal, amelyen az osztásrészek a följük irt természetbeni hosszaknak megfelelő térképi hosszakat mutatják.

A 154. ábrán feltüntetett léptéken láthatjuk, hogy 1 : 500 méretarány esetében mekkora térképi hossz felel meg 10, 20, 30 m-nek, ill. a 0-tól balra 1, 2, 3 10-nek. A léptékek osztásvonalai fölött számokkal feltüntetett természetbeni hosszakat a léptékek *szerkesztési egységének* nevezzük.



154. ábra. Vonalas lépték

A vonalas lépték szerkesztése, ill. a szerkesztéshez szükséges adatok számítása a következő módon megy végbe.

1. Szerkesztési egységet választunk, amely olyan kerek természetbeni távolság (10 m, 100 m vagy 10°, 100°), amelynek a méretarány alapján számított térképi hossza még tíz vagy öt részre felosztható anélkül, hogy a beosztások zsúfolva lennének. A szerkesztési egység tized vagy ötöd részeit jelentő osztásvonalak tehát nincsenek 1 mm-nél közelebb egymáshoz.

2. A választott szerkesztési egységet átalakítjuk mm-ekre, és meghatározzuk az adott méretarány segítségével a szerkesztési egységnek megfelelő térképi hosszát.

3. A számítással kapott térképi hosszat, aszerint, hogy a léptékszerkesztéshez rendelkezésre álló helyen hogyan fér el, megszorozzuk 5—7—8—10-zel, és az így kapott értéket a legnagyobb pontossággal, milliméter beosztású vonalzóval felrakjuk az alapvonalra. A többszörösen felrakott szerkesztési egységnek megfelelő hosszt ezután osztókörzővel próbálgatás útján annyi egyenlő részre osztjuk, ahányszor azt megszoroztuk. Az ilyképpen való szerkesztést a hibahalmazódások elkerülése végett kell alkalmaznunk.

4. A bal szélén levő osztást további 10 alosztásra bontjuk ugyancsak próbálgatással.

5. Végül az egyes osztásrészekhez felírjuk a megfelelő természetbeni hossz értékét, felírjuk a méretarányt, és az alapvonal alatt húzott vastag vonallal árnyékolunk.

Minden léptéket kemény (4H) ceruzával szerkesszünk, és az egyes pontokat a körző hegyének leszúrásával rögzítsük. Tussal való kihúzás előtt ismételtlen ellenőriznünk kell mind az osztásrészek, mind az alosztásrészek helyességét, pontosságát úgy, hogy osztókörzőbe vesszünk pl. 2 vagy 3 osztásrészt, és továbbhaladva a léptéken ellenőrizzük, hogy ezek az osztások azonosak-e? Ellenőrzés után a jó léptéket vékony, 0,1 mm vastag tusvonallal húzzuk ki. Vastag vonalat csak az árnyékolásra használhatunk.

Az elmondottak elmélyítésére vegyük át a következő példákat.

1. példa. Szerkesszünk 1 : 10 000 méretarányú léptéket:

1. szerkesztési egységül 100 m-t választunk: $H = 100$ m
2. meghatározzuk H értékét mm-ekben:

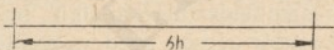
$$H = 100 \cdot 1000 = 100\,000 \text{ mm}$$

azután kiszámítjuk az ennek megfelelő térképi hosszt a

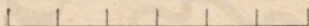
$$h = \frac{H}{k} \text{ egyenlet alapján:}$$

$$h = \frac{100\,000}{10\,000} = 10 \text{ mm}$$

3. a kapott 10 mm-t hatszor véve 60 mm-t vonalzó segítségével felrakunk az alaponvonalra (155. ábra), és az így felrakott távolságot osztókörszövel hat egyenlő részre osztjuk (156. ábra);



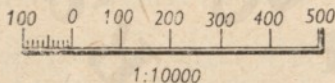
155. ábra. Vonalas lépték szerkesztésének harmadik lépése



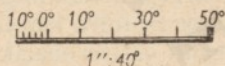
156. ábra. „n” részre osztás



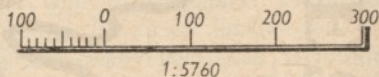
157. ábra. A vonalas lépték szerkesztésének negyedik lépése



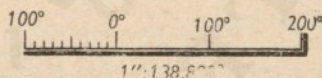
158. ábra. A szerkesztés ötödik lépése



159. ábra. 1'' : 40°-es méretarányú lépték



160. ábra. 1 : 5760-as méretarányú lépték



161. ábra. 1'' : 138,889°-es méretarányú lépték

4. a bal oldali osztásrészt további 10 részre osztjuk (157. ábra);
5. végül a hiányzó feliratokkal látjuk el léptékünket, valamint árnyékolunk (158. ábra).

2. példa. Szerkesszünk 1'' : 40°-es méretarányú vonalas léptéket:

1. szerkesztési egység $H = 10^\circ$

$$2. \quad 1'' : 40^\circ = h'' : 10^\circ, \text{ ebből } h'' = \frac{1'' \cdot 10^\circ}{40^\circ} = 0,25''$$

Ha van hüvelykes beosztásunk, akkor a léptéket annak segítségével közvetlenül készíthetjük, ha nincs — és ez a gyakoribb — akkor a h -t mm-ekre kell átszámítani az ismert átszámítási tényezővel.

$$h = 0,25'' = 0,25 \cdot 26,34 = 6,5850 \text{ mm}$$

Szerkesztésünk a továbbiakban teljesen azonos az előző példában követett eljárással, csak itt a bal szélső szerkesztési egységet nem 10, hanem 5 részre tudtuk beosztani az osztásrészek túlsúfoltsága nélkül (159. ábra).

Előfordulhat a gyakorlatban, hogy hüvelykőles méretarányú térképhez általános méretarányú, általános méretarányúhoz pedig hüvelykőles méretarányú vonalas léptéket kell szerkeszteni. A feladatot a térkép méretarányának átalakításával kell kezdenünk.

3. példa. Szerkesszünk $1'' : 80^\circ$ -es méretarányú térképhez megfelelő általános méretarányú léptéket:

$$1'' : 80^\circ = 1'' : (80 \cdot 72)'' = 1 : 5760$$

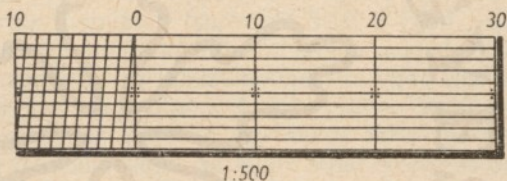
A továbbiakban a már ismert módon dolgozunk. Ezt a léptéket ábrázolja a 160. ábra.

4. példa. Szerkesszünk $1 : 10000$ -es méretarányú térképhez neki megfelelő hüvelykőles méretarányú léptéket. Átalakítjuk az adott méretarányt:

$$1 : 10000 = 1'' : \frac{10000^\circ}{72} = 1'' : 138,889^\circ$$

A feladat most már ismert módon oldható meg. A 161. ábra ezt a léptéket ábrázolja.

Befejezéséppen még annyit jegyezzünk meg, hogy vonalas lépték segítségével a választott szerkesztési egység tizedrészét tudjuk pontosan leolvasni és a századrészét pedig a baloldali alosztások között becsülni.



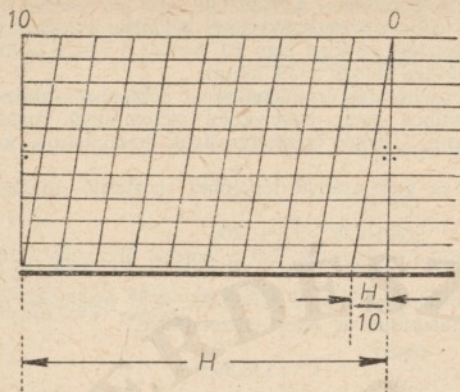
162. ábra. Átlós lépték ($1 : 500$)

Átlós lépték

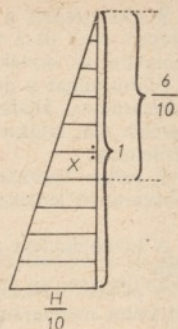
Az átlós lépték (162. ábra) segítségével leolvasási pontosságunk fokozódik. Itt már ugyanis a szerkesztési egység századrészét is pontosan olvashatjuk le, míg az ezredrészeket becsüljük.

Az átlós lépték szerkesztési egységének meghatározása, kiszámítása ugyanolyan szempontok szerint történik, mint a vonalas lépték esetében. Az osztókörzőket azonban nem egy, hanem egymással párhuzamos két alapvonalra rakjuk fel. A két alapvonalon úgy kell elhelyezni az osztásrészeket, hogy a megfelelő pontokat összekötő egyenes merőleges legyen mindkét alapvonalra.

Ezután az alapvonalak közötti távolságot 10 vagy 20 egyenlő részre osztjuk osztókörző segítségével aszerint, hogy az alapvonalon a szerkesztési egységet 10 vagy 5 osztásrészre tudjuk-e osztani. A kapott osztópontokon át az alapvonalakkal párhuzamos egyeneseket húzunk.



163. ábra. Egy átlós lépték átlós része



164. ábra. A leolvasás pontosságának bizonyítása

Ha most a felső és alsó alapvonalon levő alosztásrészeket úgy kötjük össze, hogy a felső alapvonal pontjaiból az alsó alapvonal nem megfelelő, hanem eggyel további pontjaihoz húzunk egyenest, akkor elérjük azt, hogy az alapvonalakkal párhuzamos egyenesek, és a most húzott ferde osztóegyenese az alosztásrészek tizedrészeit adják. A 163. ábra egy átlós lépték egy részének nagyítása. Megfigyelhetők, hogy az első és utolsó ferde vonal az alapvonalakkal párhuzamos egyenesekből más és más részeket metsz le. A lemetszett hosszak az alosztásrészek tizedrészeinek felelnek meg. Bizonyítsuk is be! Ebből a célból rajzoljuk ki külön az ábra 0 alatti részén keletkezett 10 hasonló háromszöget (164. ábra). (Megfelelő szögeik egyenlőek.) Ha H -val jelölöm a szerkesztési egységet, akkor a legnagyobb háromszög alapja $H/10$, vagyis az alosztásrész értéke. Legyen ennek a háromszögnek a magassága 1. Minden többi háromszögnek a magassága — mivel összesen 10 van — így számítható. Pl. felülről a hatodik háromszög magassága $\frac{6}{10}$. Nézzük,

vajon mi ennek a háromszögnek az alapja? $x = ?$ Hasonló háromszögekre felírható a megfelelő alkotórészek arányának az egyenlősége, tehát:

$$1 : \frac{H}{10} = \frac{6}{10} : x$$

ebből x -et kifejezve

$$x = \frac{6}{100} H = 0,06 H$$

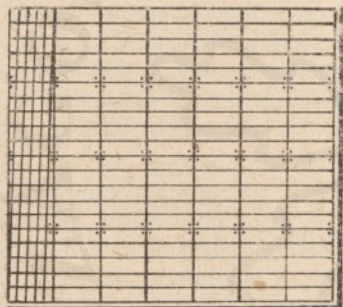
Ezek szerint a felülről számított hatodik egyenes szakasz a szerkesztési egység hatszázadrésze, illetve az alosztásrész $\frac{(H)}{10}$ hattizede. Termé-

szetesen ennek hasonlóságára könnyű most már megmondani, hogy hol látható az alosztásrésznek pl. az öttizede, héttizede, egytizede stb. vagyis a szerkesztési egységnek ötszázada, hétszázada, egyszázada.

E vonalakon — a háromszög alapokon — tehát az alosztásrész tizede még pontosan lemérhető. E tizedek között a századokat becsléssel határozhatjuk meg úgy, hogy a hosszát nem egy-egy vízszintes egyenesen, hanem azok között mérjük.

Abbán az esetben, ha a szerkesztési egység léptéki hossza csak 5 alosztásra volt osztható, akkor a két alapvonal között 20 vízszintest kell húznunk, hogy az alosztás tizedrészét mérhessük. A 165. ábra egy ilyen léptéket mutat.

10° 0° 20° 40° 60°



1'' : 40°

165. ábra. 1'' : 40°-es átlós lépték

Minden átlós lépték szerkesztésére vonatkozóan különben ugyanazok az elvek követendők, mint a vonalas lépték esetében.

Használat előtt az átlós léptéket is meg kell vizsgálnunk, hogy megfelele-e a pontosság követelményeinek. Az alapvonalak osztásrészeit, majd a párhuzamosok egymástól való távolságát kell ellenőriznünk. Vastag vonalat itt is csak az árnyékolásnál alkalmazhatunk.

Ezek után nézzük meg, hogy hogyan használjuk az átlós léptéket mért hosszak térképi hosszainak megállapítására.

Pl. a 162. ábrán levő 1 : 500-as méretarányú átlós léptéken határozzuk meg 26,70 m-nek megfelelő térképi hosszt. A szerkesztési egység 0 értékétől lefelé haladva megkeresem először is a 0,7-nek megfelelő vízszintes vonalat. Ezen vonal fölött nyitom szét a mérőkörzöt úgy, hogy a jobb oldali hegyét a 20 m-es értéknek megfelelő függőleges osztóvonalhoz teszem. Ezután a körző bal oldali hegyét addig távolítom a 0,7-es vízszintes vonal fölött balfelé, amíg a hegy a 0 osztásvonaltól balra levő alosztásrészek közül a 6 m-nek megfelelő ferde vonalra nem kerül.

Egy másik példa. A 165. ábrán levő 1'' : 40°-es méretarányú léptékről vegyünk körzöbe az 55,6°-nek megfelelő térképi hosszt. Az elosztások 2°-nek felelnek meg, így jelen esetben az átlókon kell 1,6°-et

leolvasnunk. A két alapvonal között 20 vízszintes van, $1,6^\circ$ tehát felülről a tizenhatodik egyenes szakasz. Efölött nyitom szét a mérőkörzöt. Jobboldali csúcsát az 50° -es osztásra, a bal oldalit pedig a tizenhatodik vízszintes felett a harmadik ferde egyenesig viszem.

A mérési adatok feldolgozása

A mérési adatok feldolgozásán a terepen mért szögeknek és hosszaknak térképre való felhordását, felrakását értjük. Szögeket szögfelhordó (vagy rakó), hosszakat pedig hosszfelhordó (vagy rakó) eszközzel hordhatunk fel. Ha ezeket az eszközöket, valamint használatukat ismerjük, ill. tudjuk, akkor a térképezés tulajdonképpen műszaki rajzzá változik.

Szögfelhordó eszközök

Régebben a busszóláról leszerelhető vagy külön a felhordás céljaira készített *kompass* volt a delejes irányszög felhordó eszköze. Hátránya, hogy igen sokat kell várunk a delejtű megnyugvására, miért is a vele való munka nagyon lassú. Ma már a gyakorlat nem is használja.

A ma használatban levő tulajdonképpeni *szögfelhordók* (szögfelrakók, francia elnevezésük alapján *transzportörök*) fémből vagy esetleg celluloidból készült osztott körök, amelyeknek a középpontja vagy kis keresztel, vagy kis körrel meg van jelölve. A középpont körül, mint forgástengely körül, egy kar állítható be a kívánt szögértékre legtöbbször nóniuszos leolvasó berendezés segítségével. A beállítható kar egyik éle a rajzolóél.

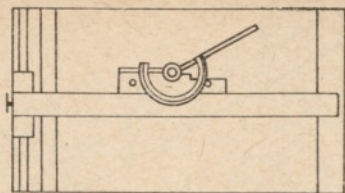
Vannak olyan szögfelhordók, amelyeknek osztott köre használat közben egy helyben áll, és a leolvasóberendezést kell elforgatni a rajzolókarral együtt. És vannak olyanok, amelyeknél a rajzolókar az osztott körre van erősítve, és ezek együtt mozdulnak el az álló leolvasóberendezéshez viszonyítva.

Az első csoportba tartozó szögfelhordókat *állókörös*, a másodikba tartozókat pedig *forgókörös* szögfelhordóknak nevezzük. Ha a felhordó osztott köre 360° -os beosztású, akkor *teljes*-, ha csak 180° -os, akkor *félkörös*.

Bármelyik felhordó önmagával párhuzamosan is eltolható vagy nem. Eszerint van *párhuzamos vezetésű* és *nem párhuzamos vezetésű szögfelhordó*.

A *párhuzamos vezetésű szögfelhordók forgókörösek* és biztosítva van velük egy állandó irány. Mivel a busszolamérés olyan szögértékeket eredményez, amelyeket egy állandó iránytól, a delejes észak-déli irány-

től mérünk, a párhuzamos vezetésű szögfelhordók különösen alkalmazásuk busszolómérések feldolgozására. A leggyakrabban használt párhuzamos vezetésű szögfelhordó a *Krippeľ-féle felhordó* (166. ábra). Egy rajztáblából áll, amelynek egyik oldalán rézből készült vezetősín van. Ez a vezetősín a szintén rézből készült fejesvonalzó fejének a vezetésére szolgál. A fejesvonalzó önmagával párhuzamosan le és fel elmozdítható. Vezetése pontos. A fejesvonalzón levő csavarral a vonalzó egy-egy helyzetben rögzíthető. A vonalzón jobbra balra egy forgókörös, majdnem félkörös felhordó csúszthatató el, amellyel a mért szögeket 6'-es pontossággal hordhatjuk fel.



166. ábra. Krippeľ-féle felhordó

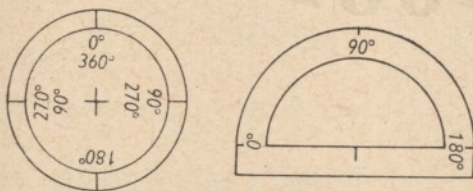
Használatkor a fejesvonalzót a vezetősínen olyan mértékben toljuk fel vagy le, hogy a rajta levő felhordó középpontját pontosan a felhordandó szög már térképen levő csúcspontjára állíthassuk. Az osztott kör és a kar segítségével beállítjuk a mért szöget, majd a kar mellett meghúzzuk az irányt. Ha azután ezt a felhordó elvétele után a csúcsig meghosszabbítottuk, akkor végeztünk is a felhordással.

A nem párhuzamos vezetésű felhordók lehetnek forgó- és állókörösek is.

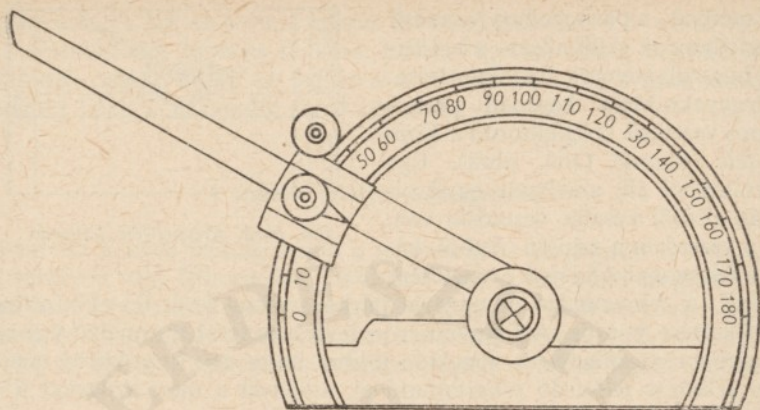
A legegyszerűbb állókörös felhordó celluloidból készül teljes vagy fél körrel (167. ábra). Beosztása fokos vagy félfokos. A fémből készült állókörös felhordók leggyakrabban félkörösek, de lehetnek teljes körűek is (168. ábra).

A félkörös felhordók vonalzón önmagukkal párhuzamosan el is tolatók átmérőjük (a felfekvési él) mentén. Ezért úgy készülnek e felhordók, hogy a felfekvési él párhuzamos a 0° – 180° -os osztással.

Állókörös felhordók használatakor a középpontot ráhelyezzük a felhordandó szög térképen levő csúcspontjára, a 0° – 180° -os osztást elvágatjuk a csúcsponton át meghúzott észak-déli iránnyal, majd beállítjuk a felhordani kívánt szögértékre a rajzolókart. Ekkor a rajzolóél mellett hosszú, laposhegyű ceruzával meghúzzuk a mért irányt. A rajzolókart beállítás után egyes felhordóknál csak a súrlódás tartja helyben, de pontosabb fel-



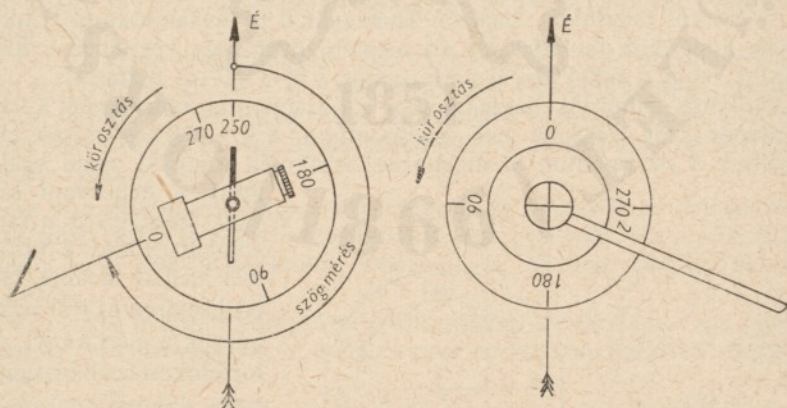
167. ábra. Teljes és félkörös állókörös felhordók



168. ábra. Fém állókörös felhordó

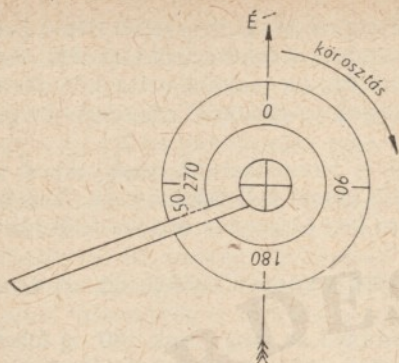
hordóknál kötőcsavart, sőt paránycsavart is találunk a megfelelő rögzítéshez, illetve a beállításhoz.

A felhordók beosztásának iránya is — akár a műszereknél — két-féle lehet: az óramutató járásával megegyező, illetve ellenkező. És bizony a felhordás megkezdése előtt meg is kell néznünk az osztásirányt, mert nem mindegy az, ha a ténylegesen mért szöget akarjuk a térképen látni. Jól jegyezzük meg, hogy *busszola* mérés felrakásakor, amelynél — amint azt már a kompasznál láttuk — mérés közben az osztott kör

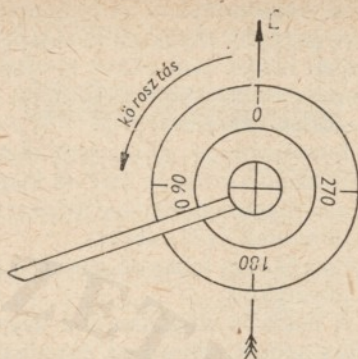


169. ábra. Szögmérés busszolával

170. ábra. A mért szög felhordása az óramutató járásával ellenkezően osztott állókörös felhordóval

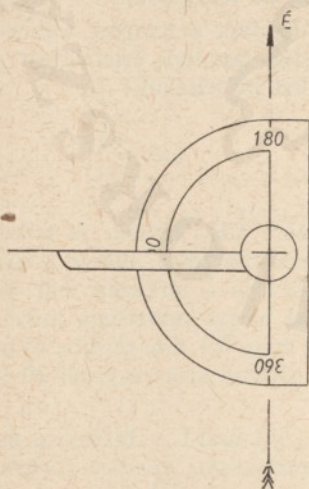


171. ábra. A mért szög felhordása az óramutató járásával megegyezően osztott álló körös felhordóval

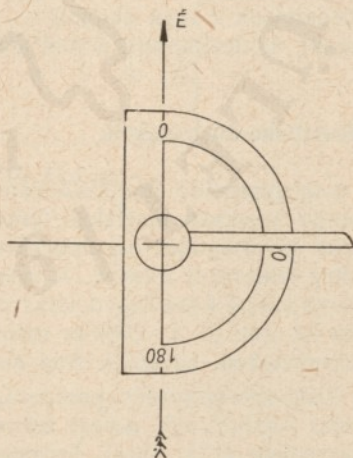


172. ábra. Az óramutató járásával ellenkezően osztott felhordó helyes használata

forog, forgó körös felhordót használva a felhordó osztásirányának egyezőnek kell lennie a kompasz osztásirányával, míg álló körös felhordót használva ellenkező kell hogy legyen a felhordó osztásirány, mint a kompaszé. A következő ábrákon ezt bizonyítva is látjuk. Forgó körös busszolán, amelynek az osztásiránya az óramutató járásával ellenkező volt, mértünk egy irányyszöget: $250^{\circ} 00'$ (169. ábra). Álló körös felhor-



173. ábra. Félkörös felhordó helyes használata



174. ábra. Félkörös felhordó helyes használatának másik módja

dónk osztásiránya is az óramutató járásával ellenkező. Evvel felhordva a szöget (170. ábra), az eredetinek pontosan a tükörképét kapnánk. Az eredeti szöget csak akkor hordhatnánk fel, ha —amint azt a 171. ábra mutatja — álló körös felhordónk osztásiránya ellenkező a busszola kompaszának osztásirányával.

Természetesen megegyező osztásút is használhatunk, csak akkor a felhordandó szögnek 360° -ra kiegészítő szögét kell beállítanunk. Vagyis az előző esetben $360^\circ - 250^\circ = 110^\circ$ -ra kell az azonos osztású felhordót beállítanunk (172. ábra).

Forgó körös felhordó esetében a szabályt könnyű belátni, így azt nem is bizonyítjuk.

A félkörös szögfelhordók nagy hátránya az, hogy csak 180° -ig lehet velük szöget felhordani. Ennél nagyobb szöget vagy úgy hordunk fel, hogy a kérdéses szögeértékből 180° -ot kivonva a különbséget a $180^\circ - 360^\circ$ -nak megfelelő oldalra hordjuk fel, vagy úgy, hogy a $0^\circ - 180^\circ$ -os oldalon fekvő felhordónál az irányt kívülről húzzuk befelé. Lássuk mindezt egy példán: 270° -ot akarunk félkörös felhordóval felhordani.

Első eset: $270^\circ - 180^\circ = 90^\circ$. Erre beállítva a felhordót, a 173. ábrán látottak alapján kapjuk meg a 270° -ot.

A felhordás második módját viszont a 174. ábra szemlélteti.

A szögfelhordók nemcsak mért szögeknek a felhordására, hanem térképen levő szögek értékének a meghatározására, levételére is alkalmasak. Ilyenkor a szög egyik szárára vágatjuk a felhordó $0^\circ - 180^\circ$ -os osztását, a másik szárra pedig a kart, és ekkor leolvassuk.

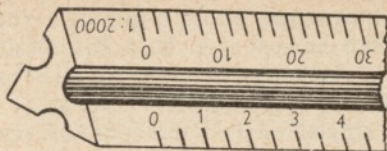
Ha a térképről levett szöget ki is kell tűznünk a terepen, akkor a körsztások iránya alapján — a felhordásnál tanultak értelmében — esetleg módosítanunk is kell a leolvasást. Ezt ne feledjük!

Hosszfelhordó eszközök

Legegyszerűbb hosszfelhordó a már ismert átlós lépték. A felhordandó hosszak megfelelő térképi hosszt mérő körzővel, illetve a rövidebb távolságokat osztó körzővel visszük át róla a térképen már előzőleg felhordott irányra. A vele való munka eléggé pontatlan, mivel a körző szárai közé fogott térképi hosszakba átlag 0,1 mm-es hiba csúszhat be, ami pl. 1 : 2000-es méretarányban történő térképezésnél 20 cm természetbeni hosszak felel meg.

Nagyobb felhordási pontosságot — 0,05–0,1 mm-t — biztosít a műszaki rajzból már ismert *háromoldalú, hasáb alakú famérce* (prizma) használata (175. ábra). Természetesen itt egy-egy oldalon nem a műszaki rajzban, hanem a földmérésben használatos két-két különböző méretarányú beosztást láthatunk. Használatakor a famércét a térképi

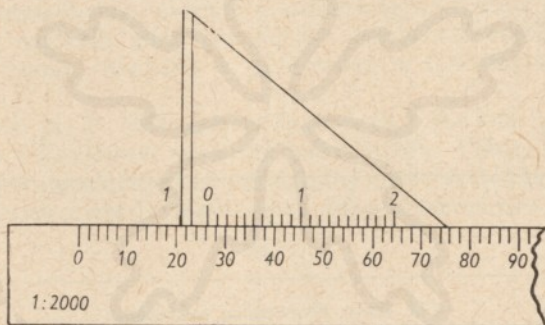
irány mellé fektetjük a megfelelő beosztású oldalélel, és a felhordandó távolságot pikírtúvel jelöljük meg térképünkön. Ügyeljünk arra, hogy a pikírtúvel merőlegesen szúrjuk le a végpontokat.



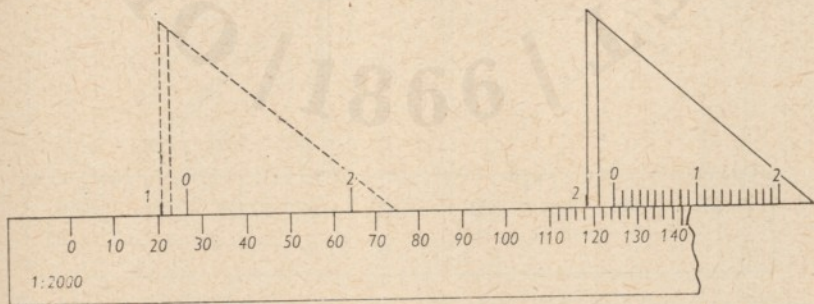
175. ábra. Háromoldalú famérce

Pontosabb hosszfelhordáskor egy hosszú fémvonalzót használunk, amelynek két éle mentén kétféle méretaránynak megfelelő beosztást láthatunk. E léptékekhez egy-egy nóniuszos háromszög is tartozik a pontosabb leolvasás biztosítása céljából.

Felhordásnál a hosszú vonalzót a vonal mellé helyezzük a megfelelő méretarányú oldalélel. A beosztáshoz tartozó háromszög rajzolólélnek kiképzett befogóját a felhordandó távolság kezdőpontjára vágatjuk (176. ábra), majd a nóniusz segítségével leolvasunk. Pl. itt 26,4 m. Majd a felhordandó hosszt hozzáadjuk. Ha pl. 98,2 m-t kell felhordanunk,



176. ábra. Fémvonalzó használata. Első lépés

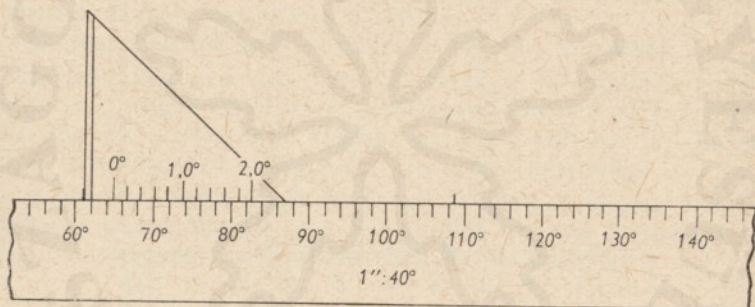


177. ábra. Fémvonalzó használata. Befejező lépés

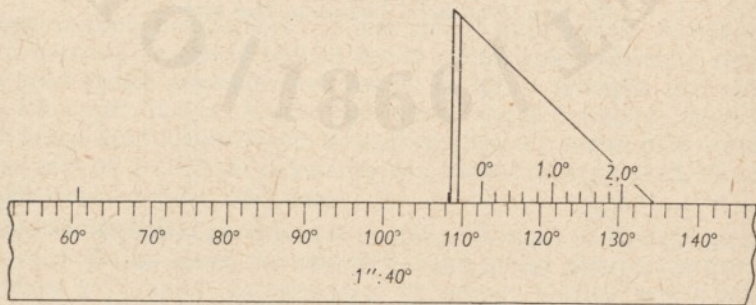
akkor $26,4 \text{ m} + 98,2 \text{ m} = 124,6 \text{ m}$ a keresett összeg. Ekkor a nóniuszos háromszöget addig toljuk el a vonalzó mellett, amíg a leolvasásunk $124,6 \text{ m}$ nem lesz. Itt a háromszög rajzolóéle mellett hosszú, laposhegyű, kemény ceruzával rövidke vonalat húzzuk. Ez jelenti a felhordott $98,2 \text{ m}$ végpontját (177. ábra).

Hosszlevételnél térképünkön mind a kezdő-, mind pedig a végpont rajta van. A térképi hossznak megfelelő természetbeni hossz megállapításakor előbb a kezdőpontra vágatjuk a nóniuszos háromszög rajzoló-élét (178. ábra), majd leolvasunk. Pl. itt $64,7^\circ$. Ezután a vonalzó mentén a végpontig toljuk a háromszöget, és ott is leolvasunk (179. ábra): $112,5^\circ$. A kettő különbsége $112,5^\circ - 64,7^\circ = 47,8^\circ$ a kérdéses természetbeni hossz.

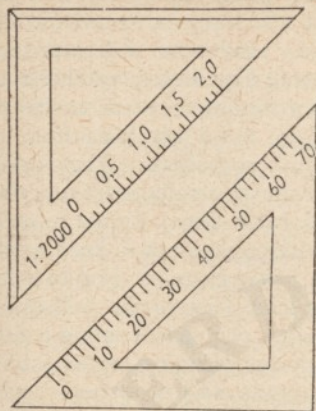
A fémvonalzó pontossága $0,02\text{--}0,05 \text{ mm}$. A legnagyobb pontosságot a *Majzik-féle háromszögpár* használata adja (180. ábra). Az egyik háromszög átfogóján van a méretaránynak megfelelő beosztás, a másik háromszög átfogóján pedig a nóniusz. A beosztásokat az átfogókon úgy készítették, hogy a háromszög befogójának az elmozdulását mérik



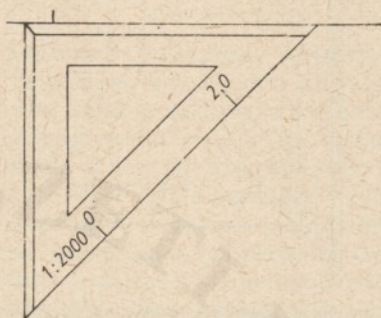
178. ábra. Fémvonalzó használata



179. ábra. Fémvonalzó használata



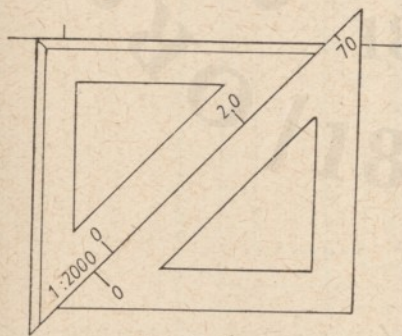
180. ábra. Majzik-féle háromszögpár



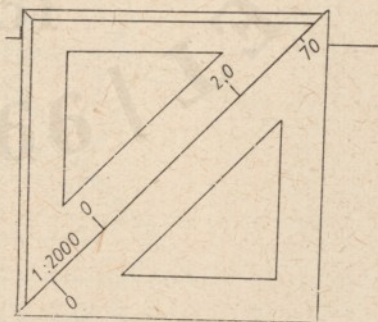
181. ábra. A Majzik-féle háromszögpár használatának első lépése

abban a méretarányban, amelyre a háromszögpár készült. Ezzel azt érték el, hogy nagyobb, tehát könnyebben leolvasható osztásrészeket készíthettek. Emiatt nagyobb a pontossága a fémvonalzó pontosságánál.

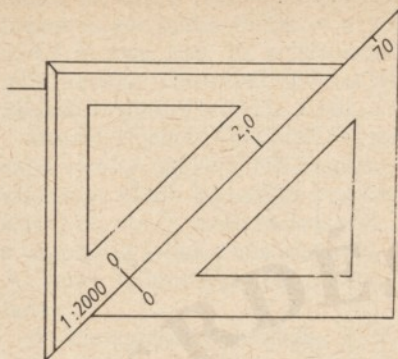
Használata: pl. 1 : 2000 méretarányban 64,1 m-t kell felhordanunk. Az irány és a kezdőpont adva van térképünkön. A nóniuszos háromszöget a felső rajzolóélével az adott irány mellé fektetjük (181. ábra). Ezután szorosan mellé fektetjük — az átfogók mentén — a másik há-



182. ábra. A Majzik-féle háromszögpár használatának második lépése



183. ábra. A nóniusz 0-jának ráállítására a kezdőpontra

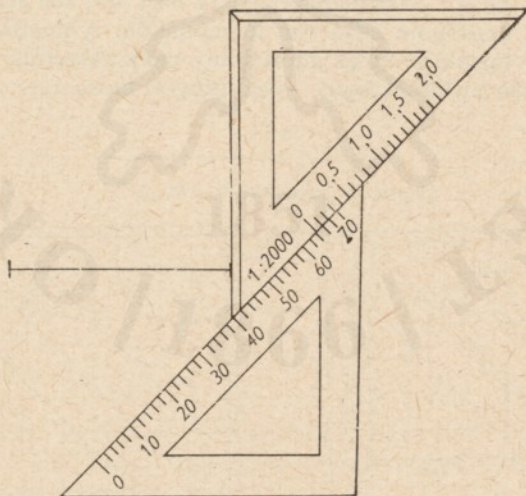


184. ábra. A főlépték nullájának ráállítása a kezdőpontra

elmetszve az adott irányt, kapjuk meg a 64,1 m-nek megfelelő térképi hossz végpontját.

Hosszlevétel Majzik-háromszögpárral ezek alapján hasonlóan megoldható.

romszöget (182. ábra). Most a leszorított alsó háromszög mentén eltoljuk a nóniuszos háromszöget addig, amíg függőleges rajzolóéle az adott kezdőponton nem megy át (183. ábra), majd ezt leszorítva, az alsót toljuk el mellette addig, amíg a két háromszög nulla osztása egybe nem esik (184. ábra). Ez azt jelenti, hogy hosszfelhordónk a kezdőponton van, leolvasásunk 0. Ezután a leszorított alsó háromszög átfogóján addig toljuk el a felsőt, amíg a nóniusz segítségével kapott leolvasásunk a felhordandó 64,1 m-rel nem egyezik (185. ábra). Ekkor a rajzolóél mellett húzott rövidke kis vonallal

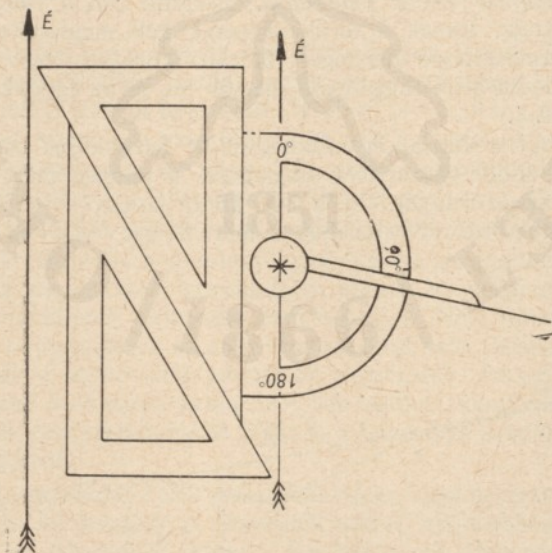


185. ábra. A hossz felhordása

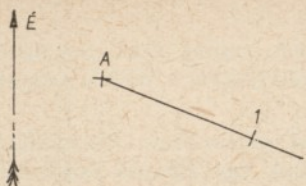
A felhordás gyakorlati végrehajtása

Ismerjük most már a felhordások eszközeit, tudjuk azok használatát, nézzük újra azokat a mérési eseteket, amelyeknél a mérési adatok felhordása szükségessé válik.

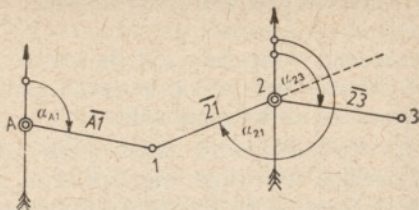
a) *Nyiladékkitűzés sokszögelési adatainak felhordása.* Rajztáblára rajzszeeggel felerősített rajzlapunkon felveszünk egy állandó észak-déli irányt vonalzó és ceruza használatával. Majd a sokszögmenet kezdőpontjának a helyét is kijelöljük két egymást metsző rövidke kis vonallal (*A*). (0,1 mm vastagságú legyen!) Ezután a használt szögfelhordót beállítjuk az első irányszögnek megfelelő értékre. Majd vonalzó segítségével a felhordó középpontját úgy állítjuk rá a felvett kezdőpontra, hogy a 0° – 180° -os osztás ugyanakkor párhuzamos helyzetbe kerüljön a rajzlap szélén felvett észak-déli iránnyal. (Természetesen egyszerűbb a dolgunk a párhuzamosvezetésű felhordók használatakor.) Ekkor a szögfelhordó rajzolóéle mentén meghúzzhatjuk hosszú, laposhegyű, kemény ceruzával az első irányt (186. ábra). A szögfelhordó elvétele után a kívánt méretarányú hosszfelhordóval erre az irányra felhordjuk az első sokszögoldal mért hosszát. Így kapjuk meg a sokszögmenet következő pontját (1), (187. ábra). És most már ebbe a pontba kell vinnünk a következő irányszögre beállított felhordót a választott észak-déli i-



186. ábra. Az első irányszög felhordása



187. ábra. Az első hossz felhordása



188. ábra. A terepen nem mért adat megállapítása

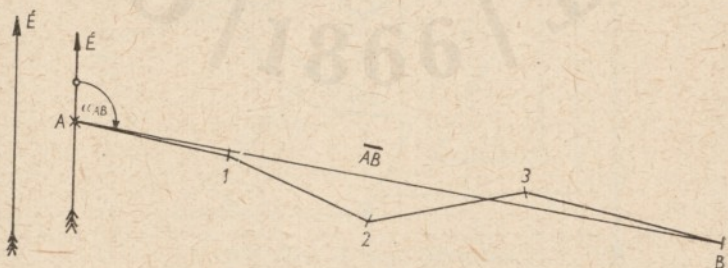
ránnyal párhuzamosan. Az él mellett meghúzzuk az 1—2. oldal irányát, majd hosszfelhordóval felhordjuk az oldal mért hosszát. És így tovább.

Ugró sokszögelést végezve a terepen természetesen nem mértük közvetlenül minden oldal irányszögét. A 188. ábrán feltüntetett esetben például a felhordásnál szükséges $\alpha_{1,2}$ irányszögét. A szükséges szögadatot ilyenkor mindig a következő pontban mért irányszögből képezzük úgy, hogy abból 180° -ot kivonunk. Jelen esetben $\alpha_{1,2} = \alpha_{2,1} - 180^\circ$.

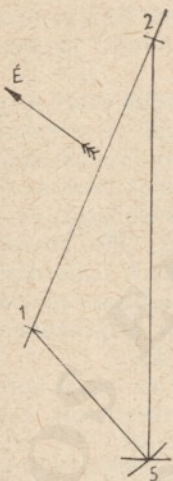
Így haladunk a felhordással a menet végpontjáig. Ekkor a kezdő- és végpontot összekötjük. Megkaptuk így azt az egyenest, amelyet ki kell tűznünk. A kitűzéshez szögfelhordóval levesszük a kezdő- és végpont által meghatározott egyenes irányszögét (α_{AB}), majd hosszfelhordóval a kezdő és végpont közötti természetbeni távolságot: AB (189. ábra).

b) *A segédátolás felvétel felhordása.* Előttünk van a 140. ábrán feltüntetett vázrajz. Ennek a területidomnak kell megszerkesztenünk a térképét. Természetesen tényleges földrajzi környezetében nem térképezhetjük, hiszen attól függetlenül mértük fel, és az égtájakhoz is csak szemre tájoltuk.

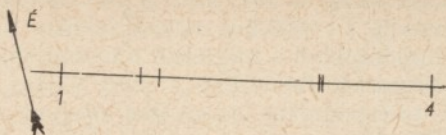
Felhordásnál a rajzlapon mindenekelőtt feltüntetjük az észak-déli irányt, majd ehhez viszonyítva meghúzzuk a terepen mért valamelyik határvonalszakasz irányát. (Pl. a 140. ábrán látható 1—2. szakasz irányát.) Hosszfelhordóval ráhordjuk a mért hosszt: 64,45 m-t. Így kap-



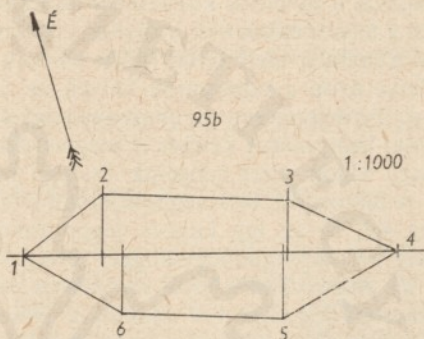
189. ábra. A felhordott teljes sokszögmenet



190. ábra. Segédátlós felvétel első háromszögének felhordása



191. ábra. Összrendező felvétel alapvonalának felhordása



192. ábra. Összrendezővel felmért idom térképe

juk meg a felmért idom 1-es és 2-es töréspontjait. Ezután körzöbe fogjuk a felhordott oldalhoz tartozó másik két háromszög oldal mért hosszának megfelelő térképi hosszakat (36,66 m és 87,25 m), és e hosszakkal köríveket húzunk a már felhordott oldal megfelelő végpontjából. A két ív metszéspontja az idom 5-ös számú töréspontját adja (190. ábra). A felhordást így folytatjuk tovább, vagyis egyik háromszöget a másik után felhordva kapjuk meg a felmért idom kisebbitett képét.

Hasonló a felhordás a mérőszalaggal végzett sarkpontos felvételkor is. Ha pedig az alakított háromszögek alapját és magasságát mértük csak, akkor az idomot térképezni nem is tudjuk. Nem ismerjük ugyanis a magasság talppontjának az alap végpontjaitól való távolságát. Mérési adataink csak a terület kiszámításához elégségesek. Persze, ha az idomot térképezni is akarjuk, akkor az előbb említett adatokat is mérnünk kell. Ha azok rendelkezésünkre állanak, a felhordást szintén háromszögenként végezzük.

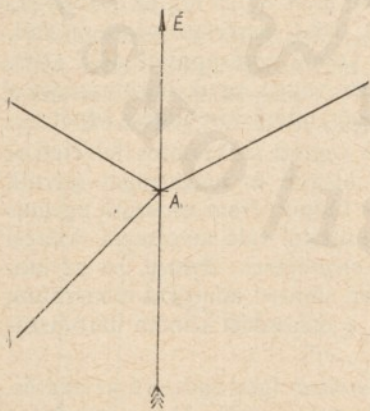
c) Az összrendezővel való mérés felhordása. Igen egyszerű az eljárás. Rajzlapunkon feltüntetjük az észak-déli irányt, majd ehhez viszonyítva meghúzzuk az alapvonal irányát. Kijelölve az alapvonal kezdetét, hosszfelhordóval sorban felhordjuk az alapvonalon mért x irányú össz-

rendezőket. A 191. ábra a 147. ábrán feltüntetett adatok felhordását mutatja 1 : 1000-hez méretarányban. Ezután — a vázrajz alapján — a talppontokból a megfelelő irányban merőlegeseket szerkesztünk. E merőlegesekre felhordjuk a mért y -okat, kapjuk az idom töréspontjait. E töréspontokat összekötve magunk előtt látjuk a felmért területet (192. ábra).

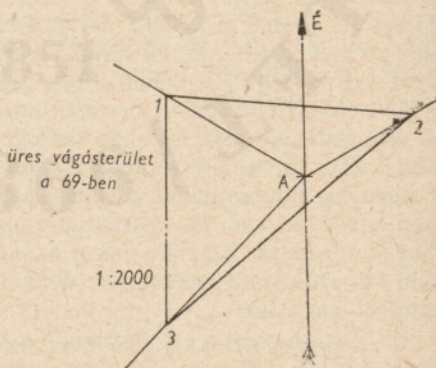
Alapvonalnégyyszögről történt felvétel csak annyiban több ennél, hogy ilyenkor előbb az alapvonalnégyszöget kell felhordanunk. A négyszög töréspontjaiban irányszögeket mértünk. Így azok felhordásánál alkalmazzuk a nyiladék kitérésénél tanultakat. Előbb felhordjuk tehát a szöveget a felvett észak-déli irányhoz viszonyított párhuzamos eltolással, majd az irányra a mért oldal (jelen esetben egyben alapvonal) teljes hosszát, illetve azon a talppontok helyeit az x irányú összerendezők felhordásával. Természetesen az alapvonalnégyszögnek zárnia kell, hiszen minden oldal irányszögét kétszer is megmértük, és így volt időnk megállapítani, hogy vajon mért szögeink összege megegyezik-e 360° -kal?

A felhordott x -ek végpontjaiban húzott merőlegesekre az y -okat hordjuk fel, és az így kapott végpontokat összekötve szerkesztettük csak meg az alapvonalnégyszöggel felvett fedett terület térképét.

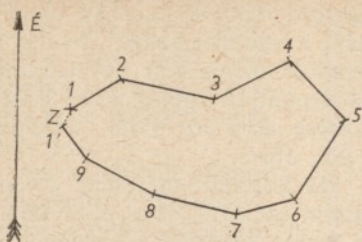
d) *Busszolóval végzett sarkpontos mérés felhordása.* A 150. ábrán feltüntetett jegyzőkönyv adatainak felhordását azzal kezdjük, hogy rajzpapírunkon a mérés során választott sarkpont helyét felvesszük, majd ezen a ponton (A) át vékony, hosszú vonallal meghúzzuk az észak-déli irányt. Szögfelhordónkon — amelynek osztásirányát a tanultak szerint össze kell hasonlítani a kompasz osztásirányával — beállítjuk sorban



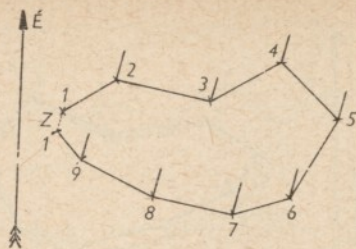
193. ábra. Sarkponti mérés irányszögeinek felhordása



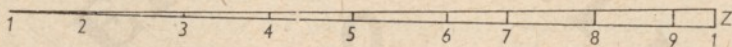
194. ábra. Busszola sarkponti méréssel felvett terület térképe



195. ábra.
Körüljáró mérés felhordása



196. ábra.
A hibakiigazítás irányának húzása



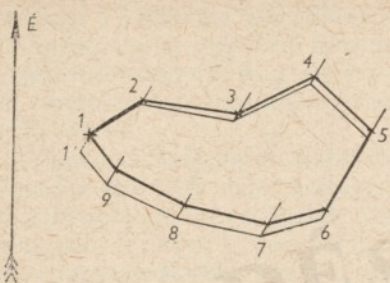
197. ábra. A kiigazítás mértékének a megállapítása

az összes mért irányszöget, és azokat felhordjuk úgy, hogy a szögfelhordó középpontja A ponton, a 0° — 180° -os osztás pedig mindig a meghúzott észak-déli irányban van. Ekkor még csak a mért irányok láthatók (193. ábra). Ezekre az irányokra a jegyzőkönyvből kiolvasott redukált és az összeadóállandóval növelt hosszakat (h) felhordva kapjuk meg a felmért idom töréspontjait. Ezek összekötése az idom térképét adja (194. ábra).

e) *Körüljáró mérés felhordása.* Busszolómerést végeztünk, és így a 151. ábrán feltüntetett terület felhordásánál ugyanúgy kell eljárunk, mint ahogyan ezt a nyiladékkitűzésnél láttuk.

Amikor az utolsó pontot (9) is felraktuk, az utolsó iránynak (9—1) a kiinduló pontba kellene esnie. Ez azonban a mérési és felhordási hibák következtében a legritkábban történik meg. Általában kapunk bizonyos mértékű záróhibát (195. ábra). Ez itt $1-1'$ (z).

A keletkezett hibát legegyszerűbben grafikusan ejtjük ki. Összekötjük a kezdőpontot (1) és a felhordás utolsó pontját ($1'$). Ez a távolság adja egyrészt irány szerint a hiba kiküszöbölésének az irányát, illetve másrészt a hiba nagyságát. Ezzel az iránnyal párhuzamosan kell az összes pontot a helyes helyükre eltolnunk. Ezért minden pontból ezzel az iránnyal párhuzamosan húzunk (196. ábra). Az eltolás mértékének meghatározására pedig egy hosszú egyenesre sorban felhordjuk a mért oldalak hosszát. A kapott végpontban állított merőlegesre rávisszemosztjuk a záróhiba nagyságát. Az így kapott pontot összekötjük a kezdőponttal, majd az oldalak végpontjából merőlegeseket húzunk az összekötő egyenesig. Az így kapott merőleges egyenesek hossza adja az egyes oldalak helyes irányba való eltolásának a mértékét (197. ábra). Az előbb húzott



198. ábra. A hiba kiigazítása

javítási irányokra sorban felmérjük e merőlegeseket, miáltal a hibától mentesített területidom töréspontjait kapjuk. Ezek összekötése adja az idom térképét (198. ábra).

Ha körüljáró mérésünk során, amint azt a 152. ábra is mutatja, a mérés kezdetén és valahol a közepén egy-egy alappontba is belekötöttünk az idom földrajzi környezetbe való térképezése céljából, akkor — amint már a fel-

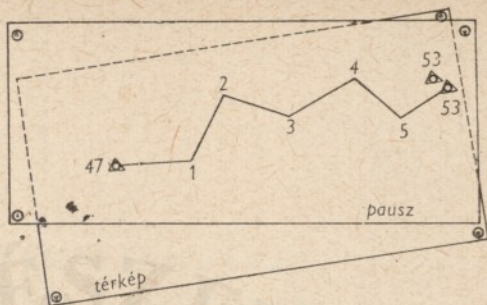
mérésnél is mondtunk — tulajdonképpen két sokszögmenetet vezetünk. Felhordásnál ezért előbb az egyik, aztán a másik sokszögmenetet kell felhordanunk. (47—1—2—3—4—5—53 az egyik, 53—5—6—7—1—47 a másik menet.) 47 és 53-as számú alappontjaink a térképen már rajta vannak. A felhordást mégsem a térképen végezzük el.

Közvetlenül a térképre történő felhordásnál ugyanis csak a térképet rongálnánk feleslegesen a sok irány meghúzásával, majd a térkép összeszáradása, a mérés és felhordás eszközeinek korlátolt pontossága miatt mindenféleképpen előálló hiba grafikus kiegyenlítésével. Ezért mindkét sokszögmenetünket a nyiladékkitűzés felhordásánál tanultak alapján pauszpapíron hordjuk fel. Felhordás után a pauszpapíron levő rajzot ráhelyezzük a térképre, hogy a térképi 47-es pont és a pauszon levő 47-es pont egybeessék. Ha az 53-as számú pontokat is igyekezzünk összeilleszteni, azt tapasztaljuk, hogy az nem sikerül. Nem esik egybe a térképi 53-as a pauszon levő 53-as ponttal a mérési és felhordási hibák miatt. Ki kell egyenlitenünk a hibákat. Ezt is grafikusan végezzük. E célból a pauszpapírt az összevágott 47-es pont körül tetszés szerinti kis mértékig elforgatjuk. Ebben a helyzetben rajzszeeggel rögzítjük pauszunkat. A 199. ábra ezt a helyzetet mutatja. Az átlátszó pausz van fölül, alul pedig a térkép, amelyen így látható az 53-as számú pont. A két 53-as pontot vékony vonallal összekötjük, így megkapjuk a sokszögmenet végén keletkezett záróhiba értékét. A két pontot összekötő egyenes egyben a kiegyenlítés irányát mutatja. Minden sokszögpontból ezzel párhuzamost húzunk. Az egyes oldalak eltolásának mértékét pedig ugyanolyan grafikus szerkesztéssel, mint a körüljáró mérésnél láttuk, határozzuk meg. Az előbb húzott párhuzamosokra sorban felhordjuk a megfelelő javítási értékeket, miáltal a térképi 47-es és 53-as pontok közé illeszthető hibamentes sokszögmenet pontjait kapjuk. Ezeket visszük át pikírtűvel történő merőleges szúrással a térképre (200. ábra). Ugyanígy egyenlítjük ki az alsó sokszögmenetet is (53—5—6—7—1—47).

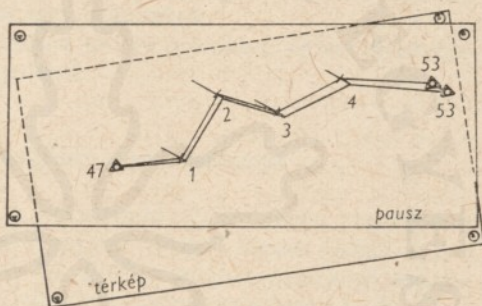
A térképre pikírtúvel átvitt pontokat összekötve most már megkapjuk a földrajzi környezetbe illesztett idom térképét.

Ha kombinált mérést végeztünk (153. ábra), akkor előbb a körüljáró mérést hordjuk fel és egyenlítjük ki a már tanultak szerint, és csak azután hajtjuk végre a közben végzett sarkpontos mérés felhordását.

Minden térképre — ezt ne feledjük — fel-tétlenül írjuk fel a mé-retarányt, és ha csak egy-egy területet tüntet fel a térkép, akkor a terület megnevezését is tartalmaznia kell szer-kesztett térképünknek.



199. ábra. Sokszögmenet grafikus kiegyenlítése



200. ábra. A kiigazított sokszögmenet



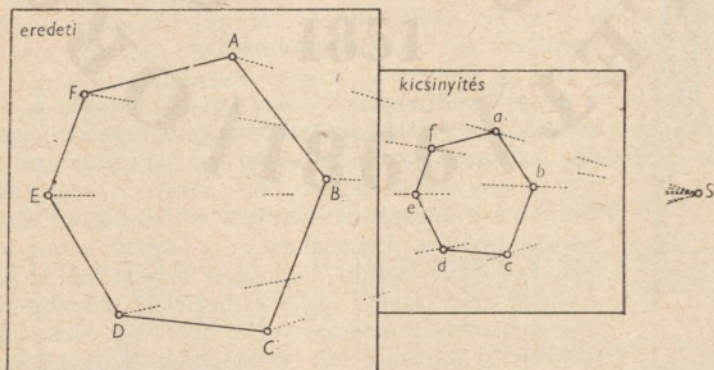
A TÉRKÉPEK MÁSOLÁSA, KISEBBÍTÉSE, NAGYÍTÁSA

Gyakran szükséges a megszerkesztett térképről valamilyen okból kifolyólag másolatot készítenünk. A másolás módjait műszaki rajzban már tanultuk, így erről itt felesleges beszélnünk.

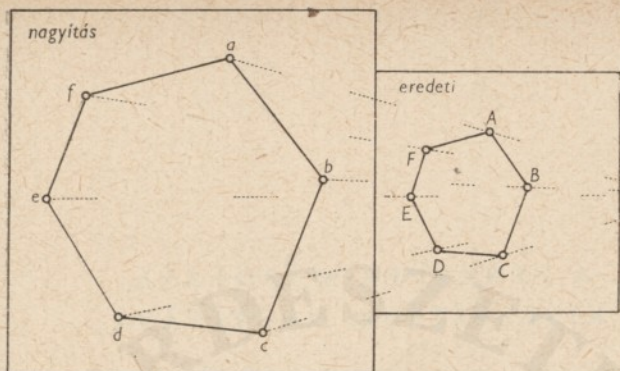
Ha más méretarányban történik a térkép másolása, akkor térképünket vagy kisebbítjük, vagy nagyítjuk.

Kisebbités és nagyítás sugárrendszerrel

Kisebbités sugárrendszerrel. A másolandó térkép mellé rögzítjük a másolat rajzlapját. A térképpel ellenkező oldalon tetszés szerint egy S segédpontot (201. ábra) veszünk fel. Ettől a ponttól összekötő sugarakat húzunk az alaptérképen levő idom töréspontjaihoz ($A, B, C \dots$ stb.). A kisebbítés céljából megmérjük sorban a segédpont (S) és az idom töréspontjai közötti távolságokat ($SA, SB \dots$ stb.), majd ezeknek annyiad részét mérjük fel a segédponttól, ahányad részre akarunk



201. ábra. Kisebbités sugárrendszerrel



202. ábra. Nagyítás sugárrendszerrel

kisebbiteni. Ha pl. $AS = 50,6$ cm, és felére akarunk kisebbíteni, akkor a segédponttól 25,3 cm-t kell felmérnünk az A pont felé haladó sugárra, hogy megkapjuk a felére kisebbített idom „a” pontját. Ez az eljárás a háromszögek hasonlóságán alapul. Olyan háromszögeket szerkesztünk, amelyeknél a megfelelő oldalak aránya egyenlő.

Nagyításkor (202. ábra) a segédpont a nagyítandó térkép mellett van, míg a térkép másik oldalára rögzítjük a nagyításhoz szükséges rajzpapírt. A segédpontból a nagyítandó idom töréspontjain át húzott sugarakra a segédpont és töréspont közötti távolság annyszorosa mérjük fel, ahányszorosára kell nagyítanunk.

A sugárrendszerrel való kisebbítés (ill. nagyítás) csak kisebb területek esetében célrányos.



203. ábra.
Redukciós körző

Az aránykörző

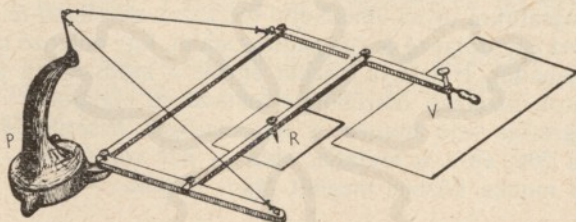
Az aránykörző (redukciós körző) hasonlít a mérő körzőhöz, de itt mindegyik körzőszár mindkét vége tűsvég, valamint a két szár között egy kötőcsavarral ellátott mozgó csukló látható (203. ábra). A nagyítás, ill. kisebbítés arányszámai mindkét körzőszár oldalán fel vannak tüntetve. Használatakor a csuklót addig toljuk fel- vagy lefelé lazított kötőcsavar helyzet mellett, amíg a csavar alatt látható vonás a megfelelő kisebbítési, ill. nagyítási arányszám vonásával el nem vág. Ekkor a kötőcsavarral rögzítjük ezt a helyzetet. Kisebbitésnél a kisebbítendő méretet a hosszabb szárak közé fogjuk, és

az ellenkező végnél ugyanakkor kapjuk a kisebbités arányának megfelelő kisebbitett értéket, nagyításnál pedig éppen fordítva.

Az aránykörző használata csak az egyszerűbb területidomok nagyításánál, ill. kisebbitésénél kézenfekvő.

A pantográf

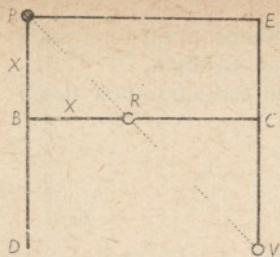
Nagyobb területek, térképek kisebbitéséhez, ill. nagyításához célszerű pantográfot használni (204. ábra). Ez az ábra szerinti elrendezésben 4 egyforma hosszú milliméteres beosztású fémrúdból (nevük: kar) áll. A középső kar a két szélsőn fel-, illetve lecsúsztatható, míg a többi három csuklósan izül egymáshoz. A P ponttal jelölt tartó a pantográf pólusa. Ez munka közben nem mozdulhat el, ezért vagy súlyokkal van nehezítve, vagy az egész csavarokkal a rajzasztalra van rögzítve. A pólust két karral merevítő huzal köti össze. E két huzal merevít-



204. ábra. Pantográf

hető, illetve lazítható abból a célból, hogy a karok színtezésekor azokat emelni, ill. leengedni lehessen. A készüléken két tű is van, a vezetőtű (V), és a rajzoló tű (R). Szerepüket majd később látjuk. Ahhoz, hogy a pantográffal megfelelően tudjunk kisebbiteni, a belső kart a két szélső karon a pólustól, a rajzoló tűt pedig a belső karon a pólustól kiinduló kartól ugyanolyan x távolságra el kell tolnunk. x a karbeállítás értéke egy képletből számítható. $x = NH$, ahol N a kisebbités arányszáma, H pedig a pantográf karjainak a hossza. Ha tehát pl. $N = \frac{1}{5}$, $H = 80$ cm, akkor az $x = 16$ cm. Ha pontosan, jól állítottuk be x értékkel a kart, illetve a rajzoló tűt, akkor a póluspont, a rajzoló- és a vezetőtű egy egyenesbe esik (205. ábra).

A pantográffal való munka során először meghatározzuk az x értékét, aminek ismeretében elvégezzük a kar, illetve a tű beállítását. A

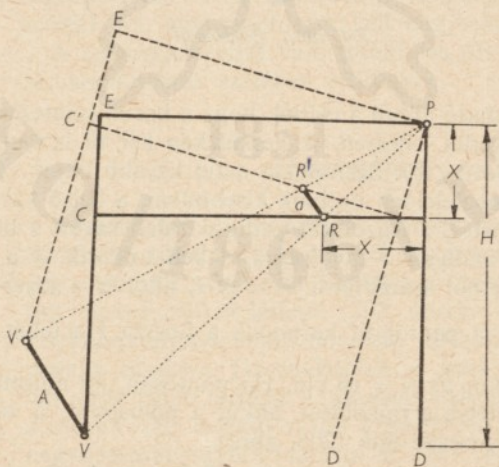


205. ábra.
A pantográf beállítása

pontos beállításra nóniusz szolgál. A beállításnál a térkép beszáradásából származó eltérést is figyelembe kell venni, mert egyébként a feltüntetett méretarány és a valódi méretarány nem lesz azonos. Ezután előbb a pantográfhoz tartozó asztalt, majd a karokat szintezzük be talpas libellával. Az asztallapot alátétekkel, a karokat a merevítő huzalok feszítése, illetve lazítása által szintezzük. A kisebbítendő térképet a vezetőű, a tiszta rajzlapot pedig a rajzolóű alá szögezzük. A pantografálást két dolgozó végzi.

Az egyik a vezetőtűt sorban ráviszi azokra a pontokra, amelyeket át akarunk vinni a kisebbitett térképre, míg a másik dolgozó a rajzolóút kezel. Amikor ugyanis a vezetőtű az átvendő pont fölött van, akkor a rajzolóút le kell szűrni a rajzpapírba. A rajzolóút kezelőjének a leszűrt pontokat szabadkézzel, puha ceruzával rögtön össze kell kötnie, mert ellenkező esetben igen nehéz az összetartozó pontokat megtalálni. Egyes pantográfokra olyan emelő-ejtő szerkezet szerelhető fel, amelynek a segítségével egy dolgozó is tud pantografálni. Egy dolgozó munkaideje ezáltal felszabadul. Hátránya viszont ennek a módszernek az, hogy a leszűrt pontok azonnali összekötése rendszerint elmarad.

A pantográf-fal való munka is háromszögek hasonlóságán alapul, amint azt a 206. ábra is mutatja, ahol — bár vonalasan — láthatjuk a pantográf munka közben megtett útját. A pólus — mint középpont



206. ábra. A pantográf használatakor keletkező hasonló háromszögek

körül — mozogva a vezetőtű egy A távolságot tett meg, ugyanakkor a rajzolótű a beállítás mértékétől függően csak „ a ” szakaszt. A $PRR'_\Delta \sim PVV'_\Delta$ -höz. Így a megfelelő oldalak aránya egyenlő, vagyis az A és „ a ” közötti arány — a beállításnak megfelelően — a kisebbités arányával kell hogy megegyezzen.

Mind a pantográfot, mind az aránykörzöt használat előtt ki kell próbálnunk arra nézve, hogy a beállítás helyes-e. Ezt úgy végezzük el, hogy a régi méretarányban felhordunk egy kerek értékű természetbeni hosszat, majd a két végpontot átpantografáljuk, vagy aránykörzövel áttesszük. A kapott két új pont távolságának az új méretarányban egyezni kell a felvett természetbeni hosszal.

Pl. a régi méretarányunk $1 : 400$ és az új $1 : 500$. A régi méretarányú térképen felvesszünk pl. 40 m természetbeni távolságnak megfelelő térképi hosszat, ez lesz 10 cm. A két végpontot átpantografáljuk és az összekötő egyenest lemérjük. Ha ez 8 cm, akkor a beállítás jó, ellenkező esetben nem. $1 : 500$ méretarányban ugyanis 40 m-nek 8 cm felel meg ($8 \cdot 500 = 4000$ cm).

Egy másik ellenőrzés még a pantográfnál, mint már előbb is említettük, hogy a pólusnak, a rajzoló- és a vezetőtűnek egy egyenesbe kell esnie.

Említsük végül meg az újabban mindinkább alkalmazott fényképezés útján történő kisebbitést is. Ez az eljárás gyors, olcsó, és kiküszöböli a pantografálás hibáit.



TERÜLETSZÁMÍTÁS

Területidomok felmérésekor — az esetek túlnyomó többségében — nemcsak térképszerkesztés lehet a végső cél, hanem a felmért idom területének a meghatározása, számítása. Ha méréseink során az idomnak a területszámításhoz szükséges adatait mértük, akkor a számítást a mért adatokkal végezzük el, míg minden ellenkező esetben előbb meg kell szerkesztenünk az ismeretlen nagyságú idom térképét, hogy azon vagy grafikusán, vagy valamilyen területszámító eszközzel állapíthassuk meg a területet.

Területszámítás természetben mért adatokkal

Ezzel a módszerrel a segédátlókkal és az összendezőkkal felmért idomok területét határozhatjuk meg.

Területszámítás segédátlós felvétel után

A 140. ábrán láthatjuk egy segédátlókkal felvett idom vázrajzát. A szabálytalan ötszögalakú idomot mérésünk során 3 háromszögre bonttuk fel, így az ötszög területe jelen esetben:

$$T_{\text{ötszög}} = T_{\Delta 1} + T_{\Delta 2} + T_{\Delta 3}$$

vagyis a három háromszög területének az összege adja az ötszögalakú idom területét. Egy-egy háromszög területét kénytelenek vagyunk az oldalakból számítani, minthogy csak azokat mértük. Héron-képlete alapján tudjuk, hogy egy háromszög területe:

$$T_{\Delta} = \sqrt{s \cdot (s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)}$$

ahol a , b , c a háromszög oldalai, s pedig a fél kerület, vagyis

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

Végezzük el a számítást, pl. az idom nyugati háromszögére nézve. Tegyük fel, hogy az $a = 64,45$ m, $b = 87,25$ m és $c = 36,66$ m,

$$s = \frac{64,45 + 87,25 + 36,66}{2} = \frac{188,36}{2} = 94,18 \text{ m}$$

$$\begin{array}{rcl} (s-a) = 94,18 \text{ m} & (s-b) = 94,18 \text{ m} & (s-c) = 94,18 \text{ m} \\ -64,45 \text{ „} & -87,25 \text{ „} & 36,66 \text{ m} \\ \hline 29,73 \text{ m} & 6,93 \text{ m} & 57,52 \text{ m} \end{array}$$

$$T = \sqrt{94,18 \cdot 29,73 \cdot 6,93 \cdot 57,52} = 1116106,6797$$

$$T_A = 1056,45 \text{ m}^2$$

Hasonlóképpen számítjuk ki a másik két háromszög területét is, majd a három területet összegezve kapjuk meg az ötszög alakú idom területét.

Láthatjuk, hogy ez a számítási mód bizony messze van a gyakorlatiaságtól. A sok-sok hosszú szorzás mindmennyi hibaforrás. Sokkal könnyebb a dolgunk, egyszerűbb a számítás, ha a segédátlok által keletkezett háromszögek magasságát is mértük. A 142. ábrán feltüntetett idom területét szintén a háromszögek területeinek az összegezésével kapjuk, de azok területét már az egyszerű területszámító képlettel számíthatjuk. Felírhatjuk, hogy

$$T_{\text{ötszög}} = \frac{a_1 \cdot m_1}{2} + \frac{a_1 \cdot m_2}{2} + \frac{a_2 \cdot m_3}{2}$$

A közös alapot kiemelve:

$$T_{\text{ötszög}} = a \frac{m_1 + m_2}{2} + \frac{a_2 \cdot m_3}{2}$$

Területszámítás összrendezőkkal való felmérés után

Ennél a számításnál, amikor derékszögű háromszögekre és derékszögű trapézokra bontottuk fel az idomot, szintén könnyű képletekkel van dolgunk. A felmért idom összes területét a részidomok területeinek az összege adja itt is. A részidomok területképletéhez szükséges

magasságot az alapvonalon mért x összehrendezők különbségeként kell képeznünk, míg a területek számításához szükséges másik adatot viszont a mért y -ok adják. A 147. ábrán látható idom területe tehát:

$$T = \frac{16,20 \cdot 12,50}{2} + \frac{12,50 + 10,70}{2} \cdot (53,20 - 16,20) + \\ + \frac{(75,80 - 53,20) \cdot 10,70}{2} + \frac{(75,80 - 52,60) \cdot 13,40}{2} + \\ + \frac{13,40 + 11,90}{2} \cdot (52,60 - 19,80) + \frac{19,80 \cdot 11,90}{2}$$

Így felírva első pillantásra hosszúnak látszik a számítás, azonban a képletek egyszerűsége miatt mégis igen hamar végezhetünk vele. Nagyon gyakorlatias számítási mód.

Területszámítás a térképen grafikusán

Ha egy terület felmérése során a térképezéshez és nem a területszámításhoz szükséges adatokkal mértük fel az idomot, akkor a területet csak az elkészült térképen határozhatjuk meg grafikusán. Grafikus területszámítás esetén a térképen levő sokszögalakú idomot egyszerű síkidomokra bontjuk, majd a részidomok területeinek számításához szükséges adatokat valamely hosszfelhordó eszközzel levesszük.

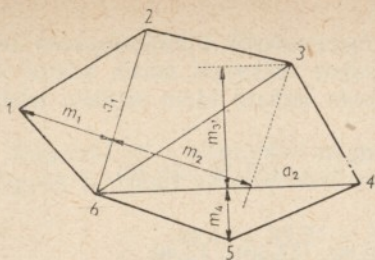
Területszámítás háromszögekre bontással

A területet egy csúcspontból kiindulva átlókkal háromszögekre bontjuk (207. ábra). Ezután egy-egy átlót két szomszédos háromszög közös alapjának tekintve, megszerkesztjük rá egy összegben a két háromszög magasságát. Az első két háromszög területének az összege ugyanis:

$$T_{2\Delta} = \frac{a_1 \cdot m_1}{2} + \frac{a_1 \cdot m_2}{2}$$

Az a_1 közös szorzó, ki lehet emelni, ezért

$$T_{2\Delta} = a_1 \frac{m_1 + m_2}{2}$$



207. ábra. Területszámítás
háromszögre való bontással

Ezért lehet a két szomszédos háromszög magasságát egy összegben megszerkeszteni, amint azt az ábra mutatja, és a közös hosszt a hosszfelhordóval egyszerre meghatározni. Azzal, hogy két háromszögnek csak egy alapja és egy magassága van, kiejtettünk két hibalehetőséget, ami feltétlenül a számítás pontosabbá tételét szolgálja.

Ha a terület számításához szükséges alapok és magasságok természetbeni értékét ismerjük, akkor az ábra szerinti idom területét megkapjuk:

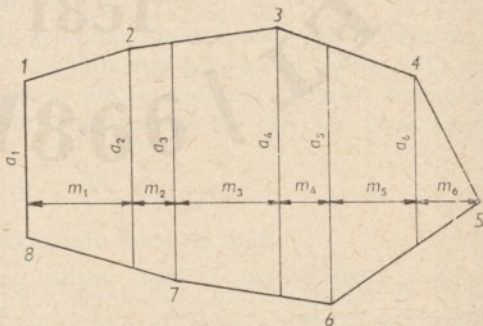
$$T = a_1 \frac{m_1 + m_2}{2} + a_2 \frac{m_3 + m_4}{2}$$

Természetesen ebben az egyenletben az előbb elmondottak alapján már kiemeltük a közös alapokat.

Területszámítás trapézekre bontással

Azt az idomot, amelynek a területét ki kell számítanunk, hegyes, kemény ceruzával húzott osztóvonalakkal trapézekre bontjuk és a trapézek magasságát egy kiindulóponttól folytatólágon, a párhuzamos oldalakat pedig egyenként meghatározzuk valamely hosszfelhordó használatával (208. ábra). Ábránkon a trapézekre való bontás az 1—8 oldallal párhuzamos vonalakkal történt. A magasságok vonala az 5. ponttól indul ki és természetesen merőleges a húzott párhuzamosokra. A hosszfelhordóval folytatólágon mért magasságokból, az egyes részmagasságot — az összrendezővel felmért

idom területszámításánál tanultaknak megfelelően — kivonással képezzük. Tehát pl. az m_2 értékét úgy kapjuk meg, hogy az együtt leolvasott



208. ábra.
Területszámítás trapézekre való bontással

m_2 és m_1 értékéből kivonjuk az m_1 -et. Az idom területe ezek után a következő:

$$T = m_1 \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + m_2 \frac{a_2 + a_3}{2} + m_3 \frac{a_3 + a_4}{2} + m_4 \frac{a_4 + a_5}{2} + \\ + m_5 \frac{a_5 + a_6}{2} + \frac{m_6 \cdot a_6}{2}$$

Az utolsó trapéz egyik oldala ponttá zsugorodott, vagyis háromszög lett.

Nagyobb területnek ilyen módon való megállapítása hosszadalmas és emellett a sok szerkesztés még a térképet is rongálja.

Területszámítás területszámító eszközökkel (planiméterekkel)

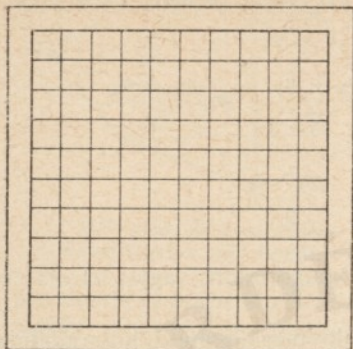
Területszámítás üvegplaniméterrel

Igen elterjedt területszámítási mód a szabálytalan területeknek négyzetekre felbontása. Ha egy-egy négyzetnek ismerjük a természetben megfelelőjét, akkor a terület így egyszerűen és gyorsan számítható. A négyzetekre való bontáshoz négyzetes hálót alkalmazunk. A terület-idomot egy derékszögű négyszöggel vesszük körül, és a négyszöget 4, 5, 8, 10, 50 vagy 100 öl, illetve méter oldalú négyzetekre osztjuk be, természetesen a megfelelő térképi hosszak felhordásával. És hogy a térképet ne kelljen ceruzavonalakkal rongálni, azért a négyzetes hálót üveglapra vagy celluloidlapra, sőt pauszpapírra szerkesztik, és ezt helyezzük az ismeretlen nagyságú idom fölé. Az ilyen eszközt üvegplaniméternek nevezzük (209. ábra).

Mielőtt megkezdénénk a területszámítást, meg kell állapítanunk, hogy a planiméteren levő egy négyzetnek a természetben mekkora terület felel meg. Pl. Ha az üvegplaniméter négyzeteinek oldala 1 mm, és 1 : 2000-es méretarányú térképen akarjuk használni, akkor az 1 mm-nek a valóságban 2000 mm, azaz 2 m felel meg. Így egy négyzet területe $2 \cdot 2 = 4 \text{ m}^2$.

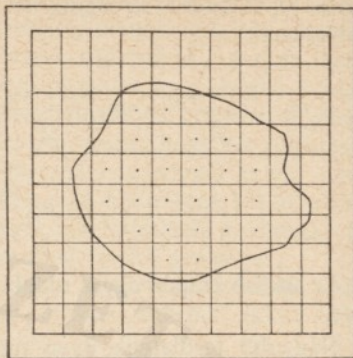
Ha a mm-es oldalhosszúságú planiméterünket öles méretarányú térképen kell használnunk, akkor átszámítást kell végrehajtanunk.

Ha pl. 1'' : 40°-es térképen kell planimetrálnunk 1 mm oldalhosszúságú négyzeteket tartalmazó üvegplaniméterrel, akkor a legcélszerűbb a hüvelykös méretarányt általánossá átalakítani. Ez — már tudjuk —



209. ábra.

Üvegplaniméter



210. ábra.

Az üvegplaniméter használata

jelen esetben 1 : 2880. Ennek megfelelően egy négyzetoldal 2,88 m a természetben, és így egy négyzet területe: 8,29 m².

Planimetráláskor planiméterünket az idom fölé helyezzük, majd megszámloljuk az ismeretlen nagyságú idomba eső teljes négyzetek számát. Az idom fölött nem teljes területtel fekvő négyzeteknél pedig megbecsüljük tizedrésznyi pontossággal, hogy egy-egy négyzet területének hány tizede van rajt az idomon. A kiszámolt teljes négyzetek és a becsült résznégyzetek számát összegezzük. Ezzel megállapítottuk, hogy az idom hány négyzet területtel egyenlő.

A résznégyzetek becslése miatt ellenőrzésül meg kell számolnunk az idomon kívüli teljes négyzetek számát, majd becsülnünk a részben üres négyzetek számát az előbbihez hasonlóan.

Helyes planimetráláskor a két számítás összegének egyeznie kell a planiméter összes négyzeteinek számával. A becslésből adódó esetleges hibát természetesen ki kell küszöbölnünk.

Pl. a 210. ábrán feltüntetett idom területszámításánál:

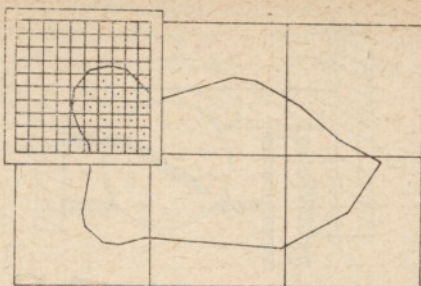
az idomon levő teljes négyzetek száma	25
„ „ „ rész „ „	10,5
az idom felett van összesen	35,5
az idomon teljesen kívül levő négyzet	48
„ „ részben „ „ „	15,9
az idomon kívül van összesen	63,9

Az idom felett levő és az idomon kívül levő négyzetek száma összesen $35,5 + 63,9 = 99,4$. Planiméterünk négyzeteinek a száma viszont 100, így —0,6 négyzet hibát követtünk el, amit el kell tüntetnünk. E célból kiszámítjuk az egy négyzetre eső hibát.

Az össz hibát elosztjuk azon négyzetek számával, amelyen az össz hibát elkövettük. Jelen esetben: $0,6 : 99,4 = 0,006$. Az idom felett megszámlolt 35,5 négyzetre így $35,5 \cdot 0,006 =$ kikerekítve 0,2 javítás, míg a kívül esőkre $63,9 \cdot 0,006 =$ kerekítve 0,4 javítás esik.

Az idom felett levő négyzetek száma tehát kiigazítva $35,5 + 0,2 = 35,7$, míg az idomon kívülieké $63,9 + 0,4 = 64,3$. És ha egy négyzet 4 m^2 valódi területnek felel meg, akkor a 35,7 négyzet szám $142,8 \text{ m}^2 = 143 \text{ m}^2$ területet jelent,

Előfordul, hogy a területidom, amelynek a területét számítjuk, nagyobb, mint az üvegplaniméter. Ilyenkor a planiméter hálóját az idomra megfelelő négyzögekre bontjuk fel az idomot, és minden idomnak a területét az előbb ismertetett módon számítjuk (211. ábra).

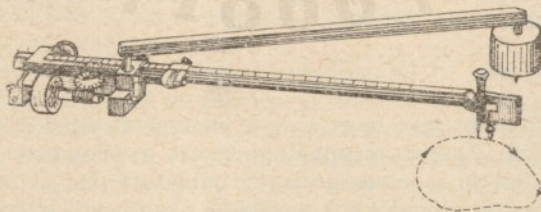


211. ábra. Az üvegplaniméter használata nagy terület esetében

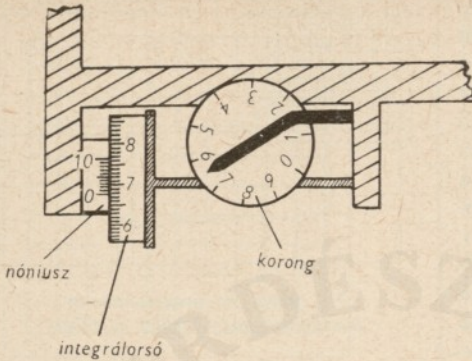
Területszámítás sarkpontos planiméterrel

A sarkpontos planiméter két fémrúdból áll (212. ábra). Az egyik a *vezetőrúd*, a másik pedig a *mérőrúd*. A vezetőrúd vagy másképpen vezetőkar egyik végén gömbcsukló van a két kar közötti csuklós izülés létrehozására, míg a kar másik végén súllyal ellátott hegyes tűt láthatunk. Területszámításnál ez a hegyes tű adja a planiméter sarkpontját. E körül vezetjük ugyanis az egész szerkezetet.

A mérőrúd vagy mérőkar egyik végén szintén tűt láthatunk, amelyet rendeltetése miatt vezetőtűnek nevezünk. Az újabb planimétereken a vezetőtűt egy beépített nagyító helyettesíti, amelyre egy kis nullkör van beedzve a vezetés megkönnyítésére. Előnye a tűvel szemben, hogy kíméli a térképet, és kényelmesebb vele a munka. Ugyancsak a mérőkar



212. ábra. Sarkpontos planiméter



213. ábra. A planiméter számlálószerkezete

integrálorsó teljes körülfordulásainak a számát a vele végtelen csavar segítségével összeköttetésben levő számlálókorongról olvashatjuk le.

A nóniusz elvéből következik, hogy az a legkisebb terület, amelyet a számlálóberendezésről leolvashatunk, egyenlő a nóniusz egy egységével történt elmozduláshoz tartozó területtel.

A planiméter használatakor előbb létrehozuk az összeköttetést a két kar között úgy, hogy a vezetőkar gömbesuklóját beletesszük a mérőkaron levő hüvelybe. Ezután a sarokpontot leszúrjuk a térképbe és a vezetőút ráhelyezzük a számítandó idom töréspontjára.

Ekkor leolvasást végzünk a számlálóberendezésről (213. ábra). Először is a korongról olvasunk le, majd az orsóról, és végül a nóniuszról. E leolvasást feljegyezzük. Megfogván ezután a vezetőút, azt lassan a számítandó idom határvonala fölött körülvezetjük addig, amíg a kiindulópontba nem érkezünk. Ekkor újból leolvassuk a korongról, az orsóról és a nóniuszról. Ha a két leolvasás különbségét képezzük, akkor megkapjuk, hogy az idom területe a nóniusz egy egységének megfelelő területnek hányszorosa.

Jelöljük o_k -val a planimetralás kezdetén, o_v -vel a végén nyert leolvasást, C -vel pedig a nóniusz egy egységével történő elmozdulásának megfelelő területet, akkor az idom területe:

$$T = c (o_v - o_k)$$

E képletből láthatjuk, hogy C -t, a planiméter állandóját feltétlenül ismernünk kell. Egypár méretarányhoz ezt a planiméter dobozában levő táblázatból ki is olvashatjuk (5. táblázat). De azt is láthatjuk, hogy c planiméter állandókhoz megfelelő „karhossz” is tartozik. Ezért az állandó használata szükségessé teszi, hogy a mérőrúdon a számláló-

tartozéka a számlálóberendezés is, amelyről leolvasott adatokkal számoljuk ki az ismeretlen területet. Ez a számlálóberendezés ún. integrálorsóból, hozzátartozó nóniuszból és egy számlálókorongból áll. Az integrálorsó a mérőkaral párhuzamos tengely körül forog, csapágycsúcsai finomak, holt mozgatai, ketyogása nincs. Az orsó a mérőkar minden mozdulatát átveszi. Az

berendezést addig csúsztassuk el a beosztások felett, amíg ez a dobozban feltüntetett helyen — a megfelelő karhosszúságon — nem áll. Csak az ilyen karhosszúság mellett végzett planimetrálnál egyezik meg a C értéke a táblázatból kiolvasottal.

5. táblázat. Planiméter táblázat

MOM BUDAPEST	Méretarány	Karhossz	Állandó
	1 : 1000	365,8	10 m ²
	1 : 2000	282,0	30 m ²
1945. VI.5.	1'' : 40°	321,5	20 □-öl
419018 sz.	1'' : 20°	243,4	4 □-öl

Ha az idomunk olyan méretarányú térképen van, amely a táblázatban nem szerepel, akkor az általunk beállított karhosszúsághoz kell megállapítanunk az állandó (C) értéket.

Ez ismert nagyságú terület segítségével lehetséges. Felrajzolunk egy olyan négyzetet, amelynek a területét valamilyen módon pontosan ki tudjuk számítani, majd ezt az ismert idomot járjuk körül a vezetőtüvel, és végezzük leolvasásokat a körüljárás elején és végén. Képezzük a két leolvasás különbségét, majd ha e különbséggel elosztjuk az ismert területet, megkapjuk a keresett planiméter állandót.

Pontos számítás esetén az állandó meghatározásához több körülvezetésre van szükségünk, amelyek felét az óramutató járásával meg egyezően, másik felét azzal ellenkezően végezzük. A többszöri körülvezetés során csak a kezdetkor és a befejezéskor olvasunk le, és az így kapott két leolvasás különbségét ezért osztanunk kell a körüljárások számával.

Ügyeljünk arra, hogy planimetrálnál a vezetőkar sarkpontját úgy helyezzük el, hogy a vezetőtüvel a kérdéses területet körüljárhassuk, és hogy a körüljárás során a mérő- és vezetőkar ne zárjon be 30°-nál kisebb és 150°-nál nagyobb szöget.

Nézzünk egy példát a planiméter használatára. 1 : 2000 méretarányú térképen akarunk területet meghatározni. Először is az állandó meghatározásához felrajzolunk egy 5 · 5 cm-es négyzetet. E négyzet így az adott méretarányban 100 × 100 m oldalhosszúságú négyzetnek felel meg, amelynek a területe tehát 10 000 m². E négyzetet körüljárva a planiméterrel kezdő leolvasásra kapjuk, hogy $o_k = 1342$, és a végén nyert

leolvasás pedig $o_v = 1842$. Ismerjük a planiméter képletét: $T = c(o_v - o_k)$. Jelen esetben e képletben a c -t nem ismerjük. Kifejezve:

$$c = \frac{T}{(o_v - o_k)} = \frac{10\,000}{(1842 - 1342)} = \frac{10\,000}{500} = 20 \text{ m}^2$$

Ez annyit jelent, hogy a nóniusz egységében véve egy egységnyi elmozdulásnak 20 m^2 területnagyság felel meg az adott méretarány és planiméter karhosszúság mellett.

Ezután körülvezethetjük planiméterünket a meghatározandó idom térképi határvonalán. Tegyük fel, hogy kezdő leolvasásunk $o_k = 2122$ és a végső $o_v = 8978$, így a terület

$$T = c \cdot (o_v - o_k) = 20 \cdot (8978 - 2122) = 20 \cdot 6856 = 137120 \text{ m}^2 = 13,71 \text{ ha}$$

TERÜLETOSZTÁSI FELADATOK

Az erdészgyakorlat gyakran teremt olyan feladatot, amikor egy adott nagyságú területet kisebb részekre kell osztani, az adott területből kisebb területet ki kell hasítani. Pl. valamely ismert nagyságú erdőrészletből meghatározott nagyságú vágásterületet kell kijelölnünk, vagy valamely ismert területnek csak egy részét kell erdősitelnünk. E feladatokhoz meg kell állapítanunk a megosztás vonalát, amelyet kitűzve véghezvük el a valóságban a terület megosztását. Az osztóvonal megállapítása, tervezése történhet a térképről levett adatokkal, de történhet mindjárt a terepen is, a tényleges adatok figyelembevételével.

A derékszögű négyszögek osztása

A legegyszerűbb feladatok tartoznak ide.

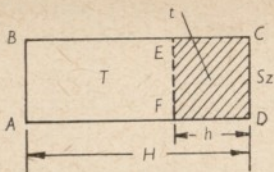
a) A 214. ábrán látható T területű, H hosszúságú és Sz szélességű idomból kell t területet lehasítanunk úgy, hogy a lehasított terület szélessége továbbra is Sz maradjon. Számítani kell tehát az új idom hosszát, amit t képletéből:

$$t = h \cdot Sz \quad \text{ebből} \quad h = \frac{t}{Sz}$$

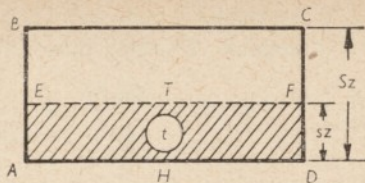
Ezt az értéket a megosztandó téglalap mindkét hosszára felmérve kapjuk meg a t területhez tartozó osztóvonal helyét (EF).

b) Ha a megosztásnál a lehasítandó t terület az eredeti hosszal párhuzamosan kell lehasítanunk (215. ábra), akkor a t területű téglalap szélességét kell számítanunk (sz):

$$t = H \cdot sz \quad \text{ebből} \quad sz = \frac{t}{H}$$



214. ábra. Téglalap alakú terület osztása a szélességgel párhuzamosan



215. ábra. Téglalap alakú terület osztása a hosszúsággal párhuzamosan

A számított értéket a megosztandó szélességekre felmérve kapjuk a lehasított t területhez tartozó osztóvonalat (EF).

c) Ha a megosztáshoz nem a lehasítandó terület nagysága, hanem a megosztás aránya van adva, akkor az osztásunk még egyszerűbb. Pl. Osszunk meg egy T területű téglalap alakú idomot $1 : 2$ arányban. Az osztóvonal a szélességgel legyen párhuzamos. Ha a lehasítandó terület t , akkor a t -hez tartozó hosszt a következő aránypárból számíthatjuk:

$$t : T = 1 : 2.$$

De mivel $T = H \cdot Sz$ és $t = h \cdot Sz$, behelyettesítve írható:

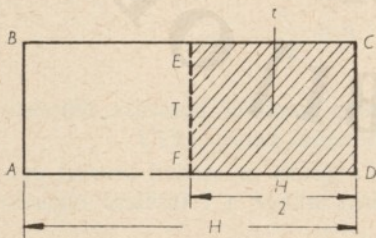
$$h \cdot Sz : H \cdot Sz = 1 : 2$$

Kütagok szorzata egyenlő a beltagok szorzatával, tehát:

$$2 \cdot h \cdot Sz = H \cdot Sz, \text{ ebből}$$

$$h = \frac{H \cdot Sz}{2 Sz} = \frac{H}{2}$$

Ez tehát az új hossz, amelyet kitűzve valóban megfeleltünk az adott T területet (216. ábra). A hosszal párhuzamos felezésnél viszont az új



216. ábra.

Téglalap alakú terület arányos osztása

$$\text{szélesség: } sz = \frac{Sz}{2}.$$

Általában nem nehéz belátni, hogy téglalap alakú terület arányos osztásakor a megfelelő oldalt a megfelelő arányban osztva kapjuk meg az osztáshoz szükséges vonalat.

A háromszög alakú területek osztása

a) Háromszögből háromszöget kell kihasítani, hogy az alapjuk közös legyen. Az eredeti háromszög területe T , magassága M , az alap A és t területet kell lehasítanunk (217. ábra). Számítani kell az új háromszög magasságát (m). T és t ismeretében számítható a területhányados:

$$\frac{T}{t} = n.$$

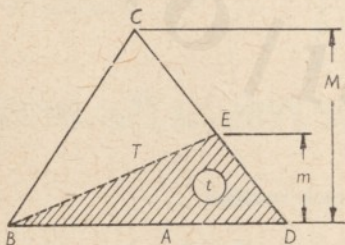
Behelyettesítve T és t értékét az alkotórészekkel:

$$\frac{\frac{AM}{2}}{\frac{Am}{2}} = n, \text{ egyszerűsítve } \frac{M}{m} = n$$

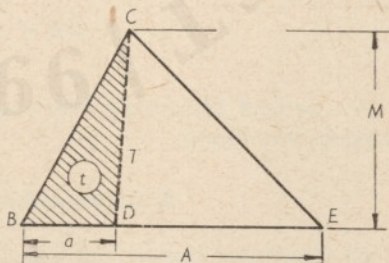
$$\text{Innen: } m = \frac{M}{n}$$

b) Ugyanaz az osztás előfordulhat úgy is, hogy az osztóvonal a csúcson halad át, és így az alap osztódik (218. ábra). Adva van A , M és t , számítandó „ a ”. Képezzük a területhányadost: $\frac{T}{t} = n \cdot T$ és , értékeit behelyettesítve:

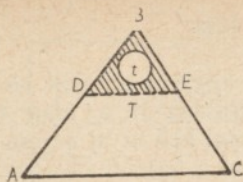
$$\frac{\frac{AM}{2}}{\frac{aM}{2}} = n, \text{ egyszerűsítések után } \frac{A}{a} = n, \text{ amiből } a = \frac{A}{n}$$



217. ábra. Háromszög alakú terület osztása azonos alappal



218. ábra. Háromszög alakú terület osztása azonos magassággal



219. ábra. Háromszög alakú terület arányos osztása

Mindkét esetből szabályként rögzíthetjük, hogy az osztáshoz szükséges új alkotórész mindenkor annyiad része a réginek, ahányad része a lehasított terület a megosztandó területnek.

c) Adott háromszög olyan vonallal osztandó arányosan, amely az alappal párhuzamos (219. ábra). Adott az ABC háromszög területe T , valamint ismerjük az AB , BC és AC háromszögoldalakat. A lehasítandó BDE területe t legyen, egyharmada a T -nek.

Geometriából tudjuk, hogy a hasonló háromszögek megfelelő oldalai úgy aránylanak egymáshoz, mint a területek négyzetgyökei. Felírható tehát, hogy

$$\overline{DB} : \overline{AB} = \sqrt{t} : \sqrt{T}$$

vagy ugyanaz törtalakban:

$$\frac{\overline{DB}}{\overline{AB}} = \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{T}} = \sqrt{\frac{t}{T}}$$

és mivel $\frac{t}{T} = \frac{1}{3}$,

írható: $\frac{\overline{DB}}{\overline{AB}} = \sqrt{\frac{1}{3}}$

itt ismeretlen a $\overline{DB}$, ezt kifejezve:

$$\overline{DB} = \overline{AB} \cdot \sqrt{\frac{1}{3}}$$

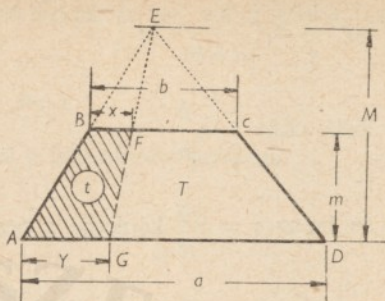
A t területű háromszög másik ismeretlen oldala — a $\overline{BE}$ — hasonlóképpen számítható.

A trapéz alakú területek osztása

a) Trapézból trapézt kell lehasítanunk legyezőszerűen. Legyezőszerű osztásnál az osztóvonal a trapézt kiegészítő háromszög csúcspontján halad keresztül. A 220. ábra alapján felírható, hogy

$$t = \frac{x + y}{2} \cdot m$$

x és y az ismeretlen két új párhuzamos oldal, ezeket kell számítanunk, $AED_{\Delta} \sim BEC_{\Delta}$ és $AEG_{\Delta} \sim BEF_{\Delta}$, mert megfelelő szögek egyenlőek. Hasonló háromszögekben pedig felírható a megfelelő oldalak, ill. az alkotórészek aránya:



220. ábra. Trapéz alakú terület legyezőszerű osztása

$$\frac{a}{b} = \frac{M}{M-m} \text{ ugyanígy } \frac{y}{x} = \frac{M}{M-m}$$

Ha két mennyiség egy harmadikkal egyenlő, akkor a két mennyiség egymás között is egyenlő, így felírható, hogy

$$\frac{y}{x} = \frac{a}{b}, \text{ ebből } y = x \frac{a}{b}$$

Helyettesítsük be y értékét t képletébe:

$$t = \frac{x + x \frac{a}{b}}{2} \cdot m = \frac{x \left(1 + \frac{a}{b} \right) \cdot m}{2}$$

$$x\text{-et kifejezve: } x = \frac{2t}{\left(1 + \frac{a}{b} \right) \cdot m}$$

Eltávolítván a nevezőből a törtet:

$$x = \frac{2t \cdot b}{(a + b) \cdot m}$$

$$\text{Tudjuk, hogy } \frac{t}{T} = \frac{1}{n}, \text{ és mivel } T = \frac{a + b}{2} \cdot m$$

$$\text{így } \frac{1}{n} = \frac{2t}{(a+b)} \cdot m$$

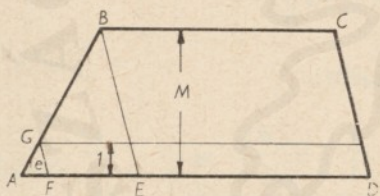
$$\text{Ezek után } x = \frac{b}{n}$$

És ha az $y = x \frac{a}{b}$ képletbe x értékét behelyettesítjük, akkor:

$$y = \frac{b}{n} \cdot \frac{a}{b} = \frac{a}{n}$$

A lehasítandó trapéz párhuzamos oldalainak hosszúságai (x és y) tehát annyias részei a megosztandó trapéz megfelelő oldalhosszúságainak (b , a), mint ahányad (n) része a lehasítandó trapéz területe (t) a teljes trapéz területének (T).

b) Trapézból trapézt kell lehasítani az alappal párhuzamos osztóvonallal. A feladat végrehajtásához szükségünk van a trapéz párhuzamos oldalainak az egységre eső rövidülésére (221. ábra, $AF = e$). Eb-



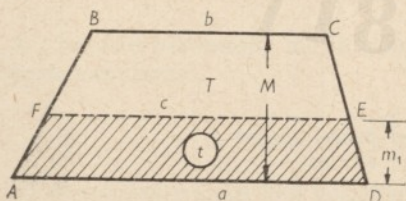
221. ábra. Az egységre eső rövidülés megállapítása

ből a célból DC -vel párhuzamost húzunk B -ből AD -ig, kapjuk az E pontot, és az egységnyi magassághoz tartozó párhuzamos oldal és az AB oldal G metszéspontjából kapjuk az F pontot.

$GAF_{\Delta} \sim BAE_{\Delta}$, mivel a megfelelő szögek egyenlőek, így felírhatjuk a megfelelő oldalak, ill. alkotórészek arányát is, vagyis

$AF : AE = 1 : M$, vagy mivel $AF = e$, és $AE = (a-b)$ írhatjuk, hogy

$$e : (a-b) = 1 : M \text{ ebből } e = \frac{a-b}{M}$$



222. ábra. A trapéz alakú terület osztása az alappal párhuzamosan

Ez tehát a párhuzamos oldal rövidülése az egységnyi magasságban. Ha már most az előbbi trapézból a t területű trapézt kell lehasítanunk az „ a ” alappal párh-

huzamosan, akkor ha a t -hez tartozó magasság m_1 , az új páros oldal c , meghatározhatjuk c -t (222. ábra).

$$c = a - m_1 e$$

Itt még az m_1 ismeretlen. Írjuk fel a lehasítandó területet:

$$t = \frac{a + c}{2} \cdot m_1, \text{ ebből } m_1 = \frac{2t}{a + c}$$

m_1 -nek így kifejezett értékét helyettesítsük be c előbbi egyenletébe:

$$c = a - \frac{2t}{a + c} \cdot e, \text{ szorozzuk meg az egyenletet } (a + c)\text{-vel:}$$

$$ac + c^2 = a^2 + ac - 2te \text{ egyszerűsítve és rendezve}$$

$$c^2 = a^2 - 2et \quad \text{ebből } c \text{ kifejezve}$$

$$c = \sqrt{a^2 - 2et}$$

Ezzel mind az új párhuzamos oldal, mind pedig az új magasság számítható. Ha „ a ” kisebb, mint „ b ”, akkor a „ c ” képlete:

$$c = \sqrt{a^2 + 2et}$$

A területosztási feladatok a természetben területkitűzési feladatként jelentkeznek. Ezekkel már nagyjából foglalkoztunk. Az itt adódó újabb esetek kitűzése pedig már nem okozhat komolyabb problémát, ha az eddigi tananyagot lelkiismeretesen elsajátítottuk.

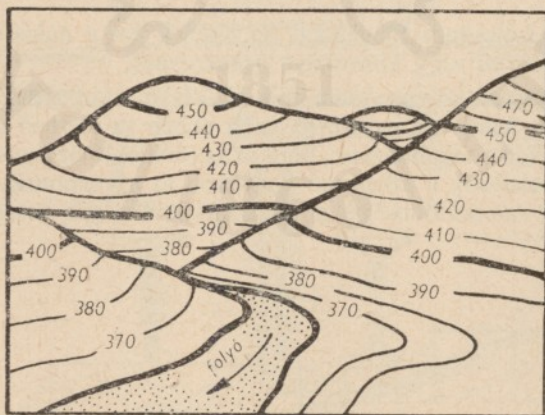


A FÜGGŐLEGES SÍKBELI MÉRÉS

A geometriai szintezés

Pontok kölcsönös helyzete meghatározható a függőleges síkban is. Két pont egymástól való távolsága ez esetben azt mutatja, hogy mennyivel van magasabban az egyik pont a másiktól. Hogy egy-egy országban a pontok magassági helyzetét egyértelműen lehessen meghatározni, viszonyító vízszintes síkot választanak. Nálunk ez a viszonyító sík az Adriai tenger síkja. Ezt értjük tengerszintnek, és ehhez viszonyítjuk az egyes pontok magasságát. A tengerszinttől mért függőleges távolságok, magasságok adják a pontok tengerszint feletti magasságait. Az Adriai-tenger síkjával párhuzamos síkok a terepből olyan vonalakat metszenek ki, amelyeknek a tengerszint feletti magassága azonos. Ezek az ún. szintvonalak vagy rétegvonalak. A 223. ábra egy hegyes terepet mutat szintvonalalaival.

Erdőgazdaságilag különös jelentősége van a függőleges síkbeli mérésnek. Tudjuk, hogy az egyes fafajok milyen tengerszint feletti magasságban tenyésznek a legelőnyösebben, ezért tehát pl. a telepítéshez,



223. ábra. Szintvonalak hegyes terepen



224. ábra. Geometriai szintezés elve

vagy egy vágásterület felújításához történő fafaj megválasztásánál figyelembe kell vennünk a függőleges síkbeli mérés eredményeit, a tengerszint feletti magasságokat is.

A magasságmérés alapján készült szintvonalas erdőgazdasági térképeken a korszerű erdőgazdasági feltáráshálózat

is megtervezhető. Az utak, vasutak tervezésénél függőleges síkbeli méréssel (szintméréssel) állapítjuk meg pl. a megengedett legnagyobb emelkedőt. De a szintvonalas térképek a hozzáértő részére még az üzem mód, közelítés stb. tekintetében is adnak tájékoztatást. A szintvonalak sűrűsége ugyanis a terep lejtési viszonyait, a domborzati formákat stb. szemlélteti, amint azt a műszaki rajzban már tanultuk.

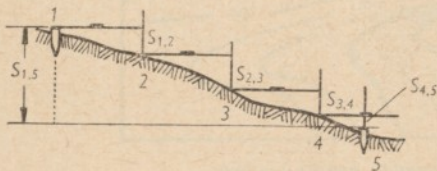
A függőleges síkbeli mérés (magasság- vagy szintmérés) végezhető geometriai, trigonometriai és fizikai úton. Az utóbbi két módot a geometria és a fizika már részletesen tárgyalta, így az erdészeti földméréstan keretein belül csak a geometriai szintezés eseteire térünk ki.

Ha A és B pont magasságkülönbségét kell megállapítanunk (224. ábra), úgy járhatunk el a legegyszerűbben, hogy a képzeletben előállítunk egy vízszintes síkot, és megmérjük az A és B pont távolságát ettől a vízszintes síktól. Az eredmény m_A és m_B lesz. Ezeknek az adatoknak az ismeretében számítható az „s” szintkülönbség:

$$S_{AB} = m_A - m_B$$

A pontok kölcsönös magassági fekvésének ezt a megállapítását nevezzük *geometriai vagy közönséges szintezésnek*.

Erősen meredek terepen nem tudunk olyan síkot előállítani, amely mindkét pont felett van egyszerre, ezért ebben az esetben a 225. ábrán látható megoldást alkalmazzuk, amikor is rövidebb vízszintes szakaszok képzésével haladunk a közbenső pontokon át a végpontig. A két végpont közötti szintkülönbséget a részsíntkülönbségek összege adja.



225. ábra.

Lépcsős mérés meredek terepen

$$s_{1,5} = s_{1,2} + s_{2,3} + s_{3,4} + s_{4,5}$$

A geometriai szintezésnek az a módja a lépcsős mérés.

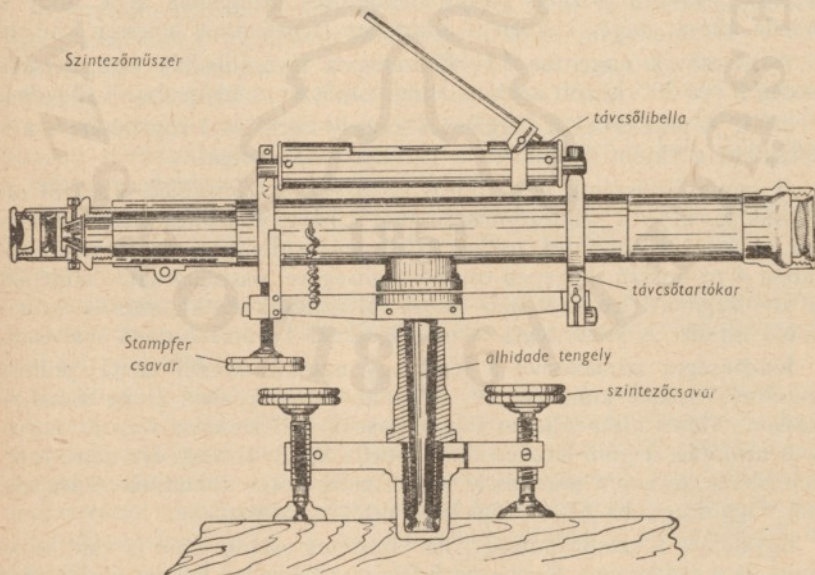
Szintezőműszerek

A geometriai szintezésnél szükséges vízszintes irány és ezáltal a vízszintes sík kijelölésére alkalmas az a busszola, amelyen távcsőlibella van. De a szintezés igazi műszerei azok a műszerek, amelyeket kizárólag szintmérés elvégzésére szerkesztettek. Ezek a szintezőműszerek. Lépcsős mérésre pedig az ún. libellás lécet használjuk.

A szintezőműszer

226. ábra. Két főrészből áll: az állványból és a műszerből. Az állvány lehet csapos vagy tányéros. Maga a műszer a következő részekből áll:

1. az összekötő rész,
2. függőleges (vagy alhidade) tengely,
3. a szintezőberendezés,



226. ábra. Szintezőműszer

4. az irányzóberendezés,
5. a kötő- és paránycsavar.

ad 1. A régebbi műszereknél csapos állvány esetében hüvelyes az összekötő rész, míg az újabbnál ez azonos a busszolóák összekötő részével.

ad 2. A függőleges tengely körül forgatható el az egész műszer a vízszintes síkban.

ad 3. Mint azt a tányéros állvány busszolóáknál láttuk, itt is három szintezőcsavar és egy dobozlibella képezi a szintezőberendezést. Maga a műszer szintezése is ugyanúgy történik, mint a busszolóé. A csapos szintezőműszer berendezése és szintezése is azonos a megfelelő busszolóéval.

ad 4. A szintezőműszerek legfontosabb alkotórésze a távcső. A függőleges tengely csapjára van erősítve a kétkarú távcsőtartó a távcsőtartó gyűrűkkel. Ezek fogják közre a távcsövet. A távcsőtartó gyűrűk közül az, amelyik a szemlencse felől van, emelhető vagy süllyeszthető. Az emelés vagy süllyesztés a *Stampfer*-csavarral lehetséges.

A távcsőtartón foglal helyet a távcsőlibella is, amelynek segítségével kell a távcsövet szintes helyzetbe hozni. Ez a távcsőnek a *Stampfer*-csavarral emelése vagy süllyesztése révén érhető el. Nagyon fontos, hogy mérés közben a távcsőlibella állandóan bejártsszék. Különböző tükrök, gyakran prizmás vetítőberendezések szolgálnak arra, hogy a libella állását mérés közben is állandóan figyelemmel lehessen kísérni.

A távcsövek nagyítása 15–40-szeres, a távcsőlibellák érzékenysége pedig 5'' és 30'' között szokott lenni a műszer rendeltetésétől függően.

ad 5. A műszernek a függőleges tengely körül való rögzítésére a kötőcsavar, a finom beállításra a paránycsavar szolgál.

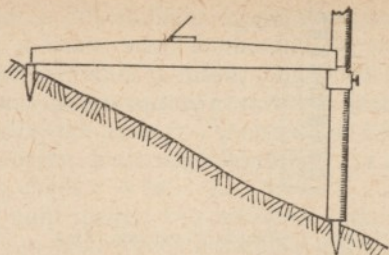
A szintezőműszerek igen fontos tartozéka a szintezőléc. Ezekről olvassuk le, hogy a szintezőműszer által kijelölt vízszintes viszonyítósíktól az egyes tereppontok milyen távolságra vannak. A szintezőléc általában 4 m hosszú, középen csukló segítségével összehajtható, mint azt a távolságmérő léceknél már láttuk. Készítésük és kiképzésük is hasonló ahhoz. A közönséges szintezőlécekről 1 mm-t tudunk leolvasni.

Közönséges szintezésnél a lécet egy munkás kézzel tartja, pontos mérésnél viszont kitámasztják, hogy az mérés közben el ne mozdulhasson. Mérés alatt teljesen függőlegesnek kell lennie a lécnak. A helyes beállítást a jobb léceken dobozlibella könnyíti meg. Ha nincs a lécen libella, akkor a munkással lassan előre hátra döntjük. A lécek akkor függőlegesek, ha róla a legkisebb értéket olvassuk le.

Egyetemes a szintezőműszer, ha vízszintes osztott köre is van, valamint ha a szátkereszt *Reichenbach*-féle távolságmérő feladat elvégzésére három vízszintes szállal van kiképezve.

A libellás lécz

A libellás lécz (227. ábra) két lécből áll. Mérésakor az egyik vízszintes, a másik függőleges helyzetű. Az előbbi rendszerint 4 m hosszú. Közepébe egy libella van beépítve úgy, hogy a libella tengelye párhuzamos a lécz alsó lapjával. A libella fölé 45° alatt tükör hajlik. Segítségével a libella állása a lécz végétől ellenőrizhető. A függőleges lécen mozgatható hüvely van.



227. ábra. A libellás lécz

A vízszintes lécz beosztása általában 10 cm-es, a függőlegesé pedig 1 cm-es.

A lécz mind a szintkülönbség, mind pedig ferde terepen a vízszintes távolság mérésére egyaránt alkalmas. Arra kell ügyelnünk, hogy a libella állandóan bejártsszék.

A szintezőműszer használata

A szintezőműszerrel jelöljük ki a vízszintes síkot azok felett a pontok felett, amelyeknek magasságkülönbségét akarjuk megállapítani. A vízszintes síkot a bejártzatott libella tengelye határozza meg, és a távcső irányzó-tengelye jelöli ki. Követelmény azonban, hogy a távcső irányzó-tengelye párhuzamos helyzetű legyen a libella tengelyével. Erre vonatkozóan szintezőműszerünket időnként ellenőriztetni is kell, különben a mérési eredményeink hibásak lehetnek.

Az egyes pontoknak a távcső irányzó-tengelye által kijelölt vízszintes síktól való távolságát az egyes pontokban felállított szintezőlécről olvassuk le.

A szintezőműszerek használata sokban hasonló a busszoló-műszerek használatához. Annyi a különbség csupán, hogy a szintezőműszert nem kell központosítani.

Az állványt közel szintesen állítjuk fel, majd a műszer szintesítését végezzük el az alhidade libella segítségével. Ezután előbb durván, majd pontosan irányzunk a már ismert módon. A szintezőlécz minden egyes megirányzása után — a Stampfer-csavar segítségével, vagy egyetemes műszereknél a magassági paránycsavar használatával — külön be kell jártzatni a távcsőlibellát is, és csak ezután szabad a szintezőlécről olvasni.

A műszer szintezését természetesen a busszolásnál tanultak szerint el-



228. ábra. Leolvasás szintezőkészlettel



229. ábra. Leolvasás szintezőkészlettel

Aszerint, hogy a szintezendő pontok között hol állunk fel, van végpontból és középpontból való szintezés.

Végpontból való szintezés

A műszert amellé a pont mellé állítjuk (A), amelyikhez viszonyítva a másik pont magassági fekvését akarjuk mérni. A műszert az ismert módon állítjuk fel. Megmérjük a műszer irányzó tengelyének magasságát (m) úgy (230. ábra), hogy a pontra szintezőlécet állítunk, a léctől



230. ábra. Végpontból való szintezés

egy-két cm-re levő fordított távcsővel a szintezőlécet megirányozzuk, egy ceruza hegyét pontosan beintjük a lécen, majd leolvasunk. Ez az m , a műszermagasság. Ezután a lécet átvitetjük a másik (B) pontba és miután ellenőriztük a távcső szintességét, megirányozva ott is leolvasunk. A leolvasás értéke l . Ha kiszámítjuk az m és l leolvasások különbségét, megkapjuk a két pont közötti magasságkülönbséget (s), mert az ábra alapján: $m = s + l$ és ebből $s = m - l$.

Ha a műszer a magasabban fekvő pont mellett van felállítva, akkor az s szintkülönbség értéke negatív szám lesz. Ebből láthatjuk, hogy a negatív előjelű szintkülönbség azt jelenti, hogy a mért pont alacsonyabban, mélyebben van az alapul vett pontnál.

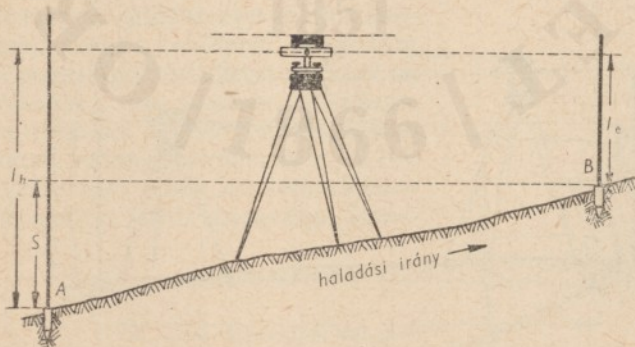
Középpontból való szintezés

Ilyenkor a műszert a két pont között lehetőleg egyenlő távolságra állítjuk fel úgy, hogy a két pontban felállított lécet akadály nélkül megfigyelhessük.

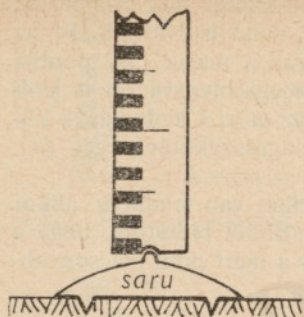
Elvégezzük a felállástól az irányzásig szükséges feladatokat, majd irányzást végzünk előbb hátra, azután előre, és mindkét esetben leolvasunk. A nyert leolvasások értéke l_h (hátrairányzás) és l_e (előreirányzás). A két pont között s szintkülönbség van (231. ábra).

$$s + l_e = l_h \quad \text{ebből} \quad s = l_h - l_e$$

Középpontból való szintezésnél minden pont magasságát az előtte levő pontra vonatkoztatjuk, és a szintkülönbséget ennek megfelelően úgy kapjuk meg, hogy az elmaradó pontnál nyert leolvasásból (hátrairányzás) kivonjuk az előremenő pontra nyert (előirányzás) lécleolvasást.



231. ábra. Középpontból való szintezés



232. ábra. Szintezőszaru használata

Ha az elmaradó pont magasabban van az előremenő pontnál, akkor a szintkülönbség negatív szám lesz.

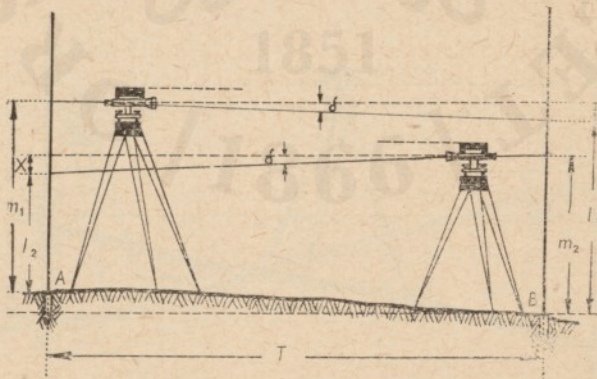
A gyakorlatban a középpontból való szintezés terjedt el. Előnye az, hogy egy-egy műszerálláspontból több pontot tudunk bemérni, és így kevesebb felállásra van szükségünk, mint a végpontból való szintezésnél. Nem kell mérnünk a műszer-magasságot sem, s így ki tudunk ejteni egy hibalehetőséget.

Előfordulhat, hogy egy sokszögmenet mérése alkalmával szükségünk van a sokszögpontok magassági adataira is, vagyis nemcsak távolságot és vízszintes vetület-

beli szögeket, hanem magasságot is kell mérnünk. Ezt a feladatot meg tudjuk oldani olyan szintezőműszerrel, amelynek osztott köre van, de megoldhatjuk olyan busszólaműszerrel is, amelynek távcsőlibellája van. Mivel a szintezést úgy célszerű elvégezni, hogy nem állunk fel külön a műszerrel a szintezési munka elvégzéséhez, a műszert ilyen esetben az egyes végpontok fölé (de nem mellé) állítjuk.

A szintezést egyébként a beszabályozott busszólával is ugyanúgy végezzük, mintha szintezőműszerrel dolgoznánk. Ebben az esetben, mivel az eljárás végpontból való szintezés, nagy gondot kell fordítanunk a műszer-magasság pontos mérésére.

Ha olyan pontok magasságkülönbségét kell mérnünk, amelyekben nincsenek mérési jelek, akkor a szintezőlécet nem a pusztára földre, hanem vassarura vagy földbevert cövekre állítjuk (232. ábra).



233. ábra. A szintezőműszer ellenőrzése

A geometriai szintezésnél egy vízszintes síkot létesítünk, amit a bejátszott libella tengelye határoz meg és a távcső irányótengelye jelöl ki. Következésképpen szükséges, hogy a távcső irányótengelye párhuzamos legyen a libellatengellyel. Erről úgy győződhetünk meg, hogy közel vízszintes terepen egymástól 30—40 méterre levő két pont szintkülönbségét végpontból történő szintezéssel mindkét pontból meghatározzuk (233. ábra). Ha a kapott két eredmény abszolút értékre egyenlő, csak előjelben különböznek, akkor a műszerünk jó. Ha a két eredmény abszolút értékben is eltér, a műszerünk hibás, és mérnökkel ki kell igazíttatnunk.

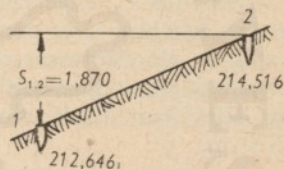
A geometriai szintezés gyakorlati végrehajtása. Két pont magasságkülönbségének megállapítása

Az elméletben már ismert geometriai szintezést vagy libellás léccel, vagy szintezőműszerrel végezzük.

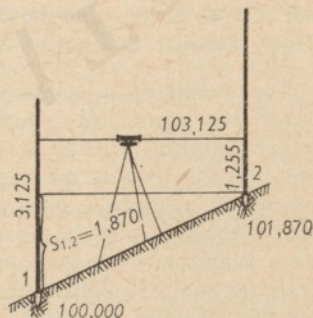
Meredek vonalak szintezésénél a libellás léccet használjuk, míg minden ellenkező esetben szintezőműszerrel dolgozunk.

Ha szintezés során az egyes tereppontok tényleges tengerszint feletti magasságának a megállapítása a cél, akkor mérésünket szintezési alappontban kell kezdenünk, és szintezési alappontban kell befejeznünk. (Amint azt már tudjuk, a szintezési alappontok tengerszint feletti magasságát ismerjük.)

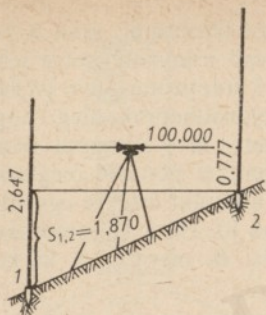
Ha viszont a méréssel csak a pontok közötti magasságkülönbséget akarjuk megállapítani, akkor a kezdőpont tengerszint feletti magasságát tetszőleges értékkel mi is felvehetjük, vagy ugyanaz, tetszőleges érték adhatunk az első műszerállásban keletkezett viszonyítósíknak is. A 234. ábra két pontot mutat, amelyeknek tényleges tengerszint feletti magasságát ismer-



234. ábra. Két pont magasságkülönbsége a két pont tengerszint feletti magasságából



235. ábra. Ugyanazon két pont magasságkülönbsége a kezdőpont tengerszint feletti magasságának felvételével



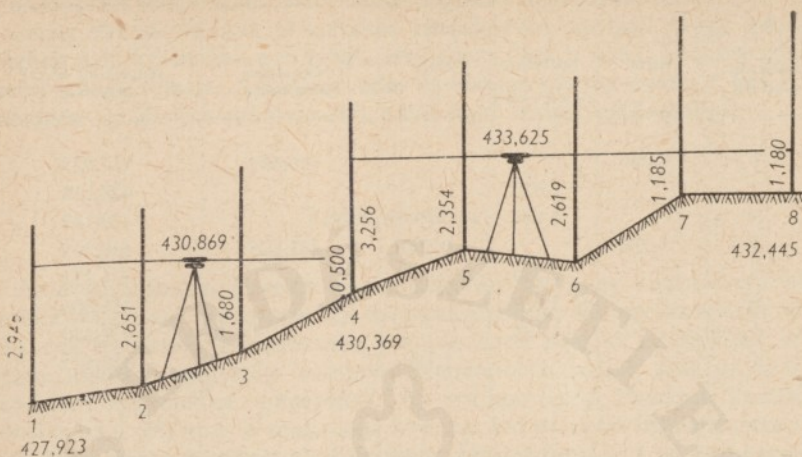
236. ábra. Ugyanazon két pont magasságkülönbsége a viszonyítók tengerszint feletti magasságának felvételével

gasságból a leolvasásokkal képezhetjük a 2-es pont „tengerszint feletti magasságát”, Ha ugyanis az 1-es pont „tengerszint feletti magasságához” hozzáadjuk a hátraleolvasás értékét, akkor megkapjuk a viszonyítók „tengerszint feletti magasságát”. Ettől viszont 1,255 m-rel van lejjebb a 2-es pont. Tehát ha a viszonyítók magasságából kivonjuk az előreleolvasás értékét, akkor megkapjuk a kettes pont „tengerszint feletti magasságát”. Azaz a 2-es „tengerszint feletti magassága” így 101,870 m. Ezek után képezhető a szintkülönbség, ami újra csak 1,870 m.

És ha az ismeretlen tengerszint feletti magasságú pontok fölött a viszonyítók „tengerszint feletti magasságát” vesszük fel tetszőlegesen, akkor sem változhat ugyanezen két pont között a magasságkülönbség. A 236. ábra az eddig tárgyalt két pont esetében egy 100,000-nek felvett viszonyítókot mutat. Leolvasásunk hátra 2,647 m, előre pedig 0,777 m. Ha ezeket kivonjuk a viszonyítókiból, akkor az egyes pontok „tengerszint feletti magasságát” kapjuk. 1. ponté 97,353 m, a 2. ponté pedig 99,223 m. A magasságkülönbség a két pont „tengerszint feletti magassága” közötti különbség újból 1,870 m.

Természetesen a geometriai szintezésnél a kezdő- és végpont olyan távol van egymástól, hogy többször kell műszerünkkel felállnunk, és a kezdőponttól kezdve az elmondottak szerint képeznünk a megírányzott pontok tengerszint feletti magasságát. Egy-egy műszerállásból több pontot is megírányozhatunk, és végezhetünk leolvasásokat. Amint azt már láthattuk, van hátrairányzás, amelyet a műszerállásból az ismert vagy számítható magasságú pontra végezzünk (végeredményben az első irányzás minden álláspontban), és van előreirányzás, amelyet a műszerállásból utoljára végezzünk, mielőtt új álláspontba mennénk műszerünk-

jük. A két pont közötti magasságkülönbséget a két tengerszint feletti magasság közötti különbség adja abszolút értékben. $s_{1,2} = 1,870$ m. Ha ugyanennek a két pontnak nem ismernénk a tengerszint feletti magasságát (235. ábra), akkor — ha a szintezéssel felfelé kívánunk haladni — az 1-es pont — mint kezdőpont — tengerszint feletti magasságát fel is vehetjük. Legyen ez 100,000 m. Középpontból való szintezést végezve a műszer által kijelölt viszonyítók, vagy irányzók az 1-es pont felett — a leolvasás alapján — 3,125 m-rel van feljebb, míg 1,255 m-rel van a 2-es pont felett. A felvett tengerszint feletti ma-



237. ábra. Geometriai szintezés

kel. Ha esetleg e két ponton kívül még más pontokat is megírányozunk, akkor ezek az irányzások a közbenső irányzások. Minden műszerálláspontról van tehát egy hátra- és egy előirányzás, valamint annyi közbenső irányzás, ahány közbenső pont a műszerálláspontról be-mérhető.

A feladat teljes megértésére szolgáljon a következő példa. A 237. ábrán látható terep 1—8. számú pontjaira vonatkozóan kell geometriai szintezést végeznünk. A tanultak szerint felállunk műszerünkkel a 2-es és 3-as pontok között, majd megírányozzuk az 1-es pontba állított szintezőlécet. Ez a hátraírányzás. Legyen értéke: 2,946 m. A kapott leolvasást jegyzőkönyvbe írjuk (6. táblázat). Ugyancsak beírjuk az irányzott pont jelét, valamint, mivel a kiindulópont tengerszint feletti magasságát ismernünk kell, vagy fel kell vennünk, beírjuk a 6. rovatba az első pont tengerszint feletti magasságát, 427,923 m-t. Ezután a második és harmadik pontokat irányozzuk. Az így nyert leolvasásokat a 3. rovatba írjuk. Végül, mint utolsó pontot, a 4. pontot irányozzuk meg, és a nyert leolvasást a 4. rovatba írjuk, mint előírányzást. Ekkor új műszerálláspontra megyünk az 5- és 6-os pontok közé. Innen ismét a 4-es pontba állított lécet irányozzuk meg, és a leolvasás mint hátraírányzás a 2. rovatba kerül beírásra. Az 5-, 6-, 7-es pontokat közbenső, a 8-ast pedig előírányozva mérjük be, és írjuk be a kapott leolvasásokat a megfelelő rovatba.

A mérés után ki kell számítani a mért pontok tengerszint feletti magasságát. Az 1. pont ismert magasságából indulunk ki. 427,923 m-hez

6. táblázat. Szintmérési jegyzőkönyv

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Irányzott pont jele	hátra	közbenső	előre	Irányzósík magassága	Tengerszint feletti magasság
	i r á n y z á s				
1	2,946			430,869	427,923
2		2,651			428,218
3		1,680			429,189
4	3,256		0,500	433,625	430,369
5		2,354			431,271
6		2,619			431,006
7		1,185			432,440
8			1,180		432,445

hozzáadjuk az 1. hátrairányzást, 2,946 m-t. Így nyerjük a műszerállásra vonatkozó irányzósík (viszonyítósík) magasságát, 340,869 m-t (5. rovat). Célszerű ezután csak a csatlakozó pontok magasságát, ezzel együtt az egyes műszerállásokra vonatkozó irányzósík (viszonyítósík) magasságot kiszámítani. Ezért, ha az 1. pontnál nyert irányzósík magasságából kivonjuk a 4. előreirányzást, megkapjuk a 4. pont tengerszint feletti magasságát, 430,369 m-t. Ehhez hozzáadva az új műszerállásból nyert 4. hátrairányzás értékét, kapjuk az új műszerállás melletti irányzósík magasságát, 433,625 m-t. Ebből kivonva a 8. előreirányzás értékét megkapjuk a 8. pont tengerszint feletti magasságát.

Végül a közbenső pontok magasságát számítjuk úgy, hogy a nyert leolvasásokat kivonjuk a megfelelő irányzósík magasságából, és a nyert érték az egyes pontok tengerszint feletti magassága lesz.

A végzett számítások ellenőrzésére a jegyzőkönyv igen megfelelő. Ha összeadjuk a hátrairányzással nyert leolvasásokat, és a hátrairányzások összegéből kivonjuk az előreirányzások összegét, akkor a nyert különbségnek és a kezdőpont tengerszint feletti magasságának összege a 8. számú végpont tengerszint feletti magasságát adja eredményül.

Példánkban a hátrairányzások összege: $2,946 + 3,256 = 6,202$ m. Az előreirányzások összege pedig: $0,500 + 1,180 = 1,680$ m. A kettő különbsége $6,202 - 1,680 = 4,522$ m. Ezt hozzáadjuk az 1. pont tengerszint feletti magasságához: $427,923 + 4,522 = 432,445$ m. Számításaink tehát hiba nélküliek.

Minden esetben a hátrairányzások összegéből kell kivonnunk az előreirányzások összegét. Ha a különbség negatív szám, az azt jelenti, hogy a szintezett szakasz lejtő irányában lefelé halad. A hátra- és előreirány-

zások összegének különbségét tehát előjelének figyelembevételével kell a kezdőpont tengerszint feletti magasságához hozzáadnunk.

Ez az ellenőrzés csak a számítás ellenőrzésére szolgál. Hogy mérés közben nem követtünk-e el hibát, arra nézve csak a vonal kétszeri szintezése adhat választ. Általában oda- és visszaszintezés esetén 1 km távolságon ± 20 mm-nél nagyobb hibát nem szabad elkövetnünk.

Területszintezés

Az erdőgazdasági mérések során előfordulhat, hogy kisebb-nagyobb terület magassági viszonyait kell meghatározoznunk. Pl. egy csemetekertet akarunk létesíteni, és természetes folyású vízzel akarjuk az öntözést végezni, akkor a magassági viszonyok ismeretében tudjuk csak az árokrendszert megfelelően megépíteni. Az erdőgazdasági térképek készítésénél is az a cél, hogy a magassági viszonyokat az egész területen ismerjük. Ezt a célt szolgálják a szintvonalas térképek.

A magassági viszonyok meghatározására szolgáló mérések végezhetőek a vízszintes síkbeli mérésekkel egyidőben (akkor ezt tahimetrlásnak nevezzük), vagy a vízszintes síkbeli mérések elvégzése után külön szintezéssel.

Olyan terepen, ahol a felveendő terület hossz- és szélességi mérete nem nagyon tér el egymástól, és a szélességi méret eléri vagy meghaladja a 60 m-t, továbbá a terep közel sík vagy egyenletes hajlású, ott a terület szintezését négyzetes háló létesítésével végezzük.

Területszintezés négyzetes hálózattal kitűzésével. A szintezendő terület egyenletlenségeit és a megkívánt pontosságot figyelembe véve sűrűbben vagy ritkábban, vagyis kisebb vagy nagyobb oldalakkal — prizma, mérőszalag használatával — négyzeteket tűzünk ki. A kitűzésnél ügyeljünk arra, hogy két-két hálópont között a terep egyenletes hajlású legyen. Ezáltal az idomban négyzethálót létesítettünk (238. ábra). A kitűzött négyzetek csúcspontjait számozott cövekekkel látjuk el.

	1	2	3	4	5	6
12		11	10	9	8	7
13		14	15	16	17	18
24		23	22	21	20	19
25		26	27	28	29	30
36		35	34	33	32	31

238. ábra. Területszintezés négyzetes hálózattal kitűzésével

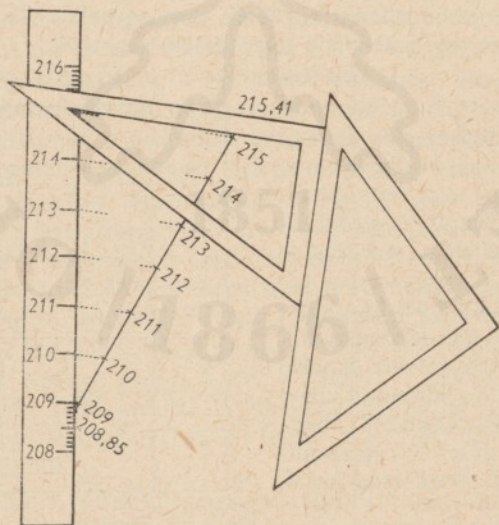
A szintezendő területről ezután vázrajzot készítünk, amelyen természetesen nemcsak a kitűzött háló pontjai, hanem az idom határvonalának töréspontjai is láthatók.

Vázrajzunk elkészülte után helyszínrajzilag kell felmérnünk az idomot, a már tanult eljárások közül a célnak leginkább megfelelő eljárással. Természetesen a háló minden négyzetét is be kell mérnünk az idom határvonalaihoz viszonyítva.

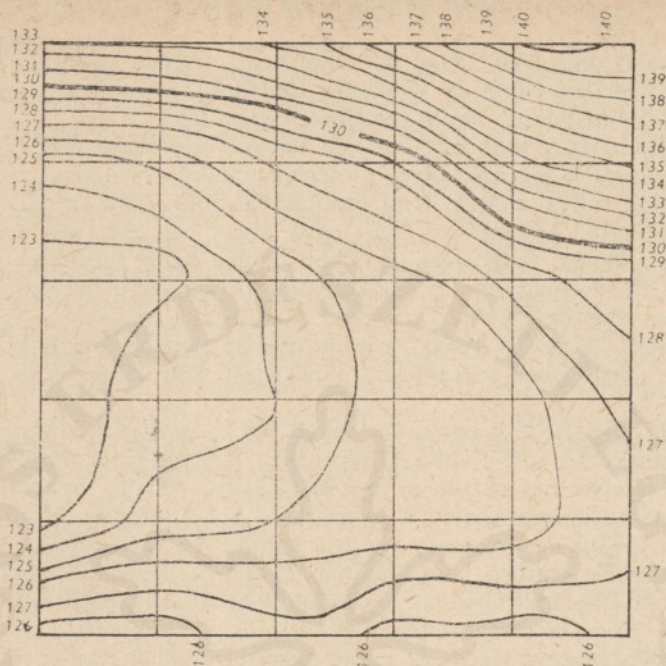
A helyszínrajzi felvétel befejeztével geometriai szintezést végzünk, amikor is minden pontnak meghatározzuk a tengerszint feletti magasságát lehetőleg egynél több szintezési alapponthoz való bekötéssel.

A szintvonalas térkép megszerkesztéséhez először is a helyszínrajzi adatok felhordásával a szintezett terület helyszínrajzi térképét rajzoljuk meg, majd minden térképi pont mellé odaírjuk a terepen megállapított tengerszint feletti magasságát. Mivel hálópontjaink között a terep egyenletes hajlású (úgy vettük fel), a két szomszédos pont között egyszerű szerkesztéssel állapíthatjuk meg a szintvonalak szerkesztéséhez szükséges egész tengerszint feletti magasságú pontok helyét. Ezt az eljárást *graduálásnak* nevezzük.

A szerkesztésnél egy milliméter beosztású papírra és két háromszögű vonalzóra van szükségünk. A milliméterpapíron a centimétereket át-számozzuk a mért magasságoknak megfelelő számokkal. Ezután a ki-



239. ábra. Graduálás



240. ábra. A szintezett terület szintvonalas térképe

sebb magasságú pont mellé helyezzük a pont mért magasságának megfelelő milliméterosztást úgy, hogy a papírcsik a graduálandó vonaltól egy tetszés szerinti szög alatt elhajoljon (239. ábra). Ezután egy háromszögű vonalzót úgy helyezünk el, hogy annak éle a graduálandó vonal másik végét és a milliméterpapirosnak azt az osztását, amely ezen végpont magasságának megfelel, összekösse. Hogy ezt a háromszögű vonalzót párhuzamosan eltolhassuk, egy másik háromszöget helyezünk melléje. Ezután a kerek számú métereknek megfelelő osztásokból hozott párhuzamosokkal metsszük a két pont összekötő vonalát. Természetesen a kapott egész számú szintmagasságokat feltüntetjük. Ezt a graduálást minden négyzet minden oldalán elvégezzük, és ha az azonos magasságú pontokat összekötjük, megkapjuk a szintezett terület szintvonalas térképét. A szintvonalak kihúzására, a tengerszint feletti magasságok beírására a műszaki rajzban tanultak az irányadók. A 240. ábra a 238. ábrán feltüntetett területidom szintvonalas térképét mutatja be.

A területszintezés második módja a *hossz- és keresztoszelvénnyel* történő területszintezés. Ezt az eljárást leginkább hosszú, keskeny területsávok felvételénél alkalmazzák. Részletesen ezzel nem foglalkozunk.

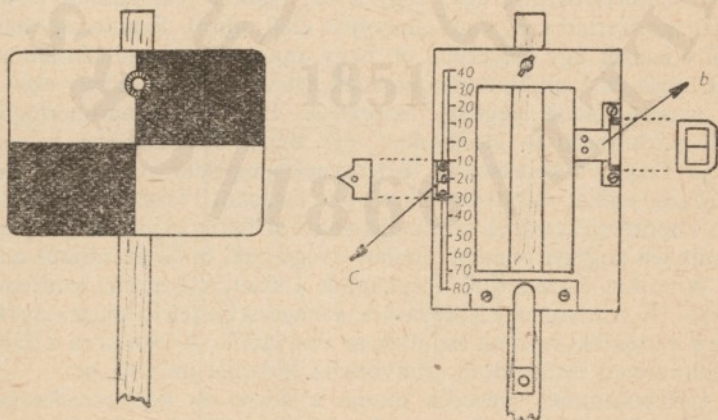
Adott hajlású vonal kitűzése

E feladat végzésekor olyan pontokat kell a terepen kijelölnünk, amelyeket összekötő vonal a vízszintes irányhoz viszonyítva megszabott százalékos mértékben hajlik (emelkedik vagy lejt).

A feladat legegyszerűbben *Bose-féle* lejtűzővel oldható meg (241. ábra). A *Bose-féle* lejtűző súlyos — téglalap alakú — fémkeret, alsó élén még külön súllyal ellátva. Kitűzőrúdhoz hasonló rúdra szerelt kampóra akasztható. A keret súlyánál fogva olyan helyzetet vesz fel, hogy hosszabb oldalai függőleges, rövidebb oldalai pedig vízszintes irányba állanak be. A függőleges oldalakon dioptra (egyszerű irányzóberendezés) van elhelyezve ($c-b$), egyiken a nézőke, a másikon a vízszintes irányzószál. A nézőke (vagy az irányzószálat magába foglaló kis keret) nóniusz segítségével a megfelelő emelkedési vagy lejtési %-ra beállítható.

A lejtűző tartozéka egy rúdra szerelt tárcsa, amelynek közepe egyenlő magasságban van a keret közepének a magasságával. Ez biztosítja, hogy a terepen úgy tűzzük ki az adott hajlású vonalat, hogy az irányvonal párhuzamosan halad a tereppel, és így a terepen olyan hajlású vonalat tűzünk ki, mint amilyenre a lejtűző be van állítva.

A *Bose-féle* lejtűző használatánál, miután a megfelelő hajlásra beállítottuk, a kerettel felállunk a kiindulópontban. A tárcsát egy munkás 20—30—50 m távolságra elviszi, és ott letűzi. A dioptrán keresztül ellenőrizzük, hogy a tárcsa az adott hajlású vonalban van-e? Ha nem, akkor a tárcsát a vonalra merőleges irányban addig visszük a völgy



241. ábra. A *Bose-féle* lejtűző

felé vagy a gerinc felé, amíg a vízszintes irányzószál a tárcsa közepét nem metszi.

Ebben az állásban a tárcsa helyét cövekkel megjelöljük. Ezután a pontban állunk fel a lejtűzővel, a tárcsa újra előre kerül, és keressük az előbb elmondottak alapján az adott hajlású vonal egy következő pontját.

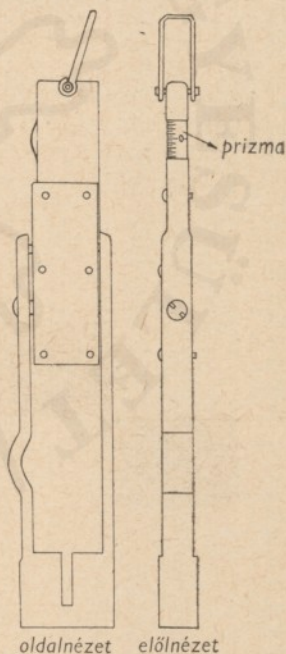
A Bose-féle lejtűző erdőgazdasági utak semleges vonalának fejlesztésére megfelelő pontosságú eszköz, amellet elég gyors is a vele való munka. Erdeink feltárásával kapcsolatban mindig kéznél kell lennie, mert az erdőgazdaságnak utakra van szüksége ahhoz, hogy termékeit tervszerűen és minél alacsonyabb önköltséggel szállíthassa.

Emelkedések meghatározásához és megadott lejtésű vonalak kitűzéséhez újabban már könnyű kivitelű tükrös vagy prizmás kéziműszereket használunk. Ilyen szerkezetű az *I. D. Möller-féle zseblejtmérő* is (242. ábra). Mérete $110 \cdot 25$ mm, súlya 138 g. A műszer egy tartócsap körül lenghet, és így saját súlyánál fogva függőlegesen helyezkedik el. A beosztás 0-s vonása a vízszintes síkot jelöli ki. Használat után a műszer zsebkés pengéjéhez hasonlóan összecsukható.

A megfelelő hajlású vonal kitűzéséhez a műszerben fokos és százalékos osztás van elhelyezve, amelyet egy lencsén keresztül szemlélhetünk. Lejtűzésnél való használata a Bose-féle lejtűző használatához hasonló. A szemünk elé tartott lejtűző lencséje mellett elnézve a lencsében szemlélt megfelelő osztásvonal irányában intjük be a terepre kihelyezendő jelünket, pl. egy függőlegesen tartott kitűzőrúd hegyét. A további pontok kitűzése a Bose-féle lejtűzőnél tanultak szerint történik.

A Möller-féle zseblejtmérőt távolságméréshez, magasságméréshez és vízszintes síkbeli szög méréséhez is használhatjuk. Tekintettel arra, hogy a műszerhez mellékelt használati utasítás részletesen leírja a műszernek az egyes méréseknél való használatát, így ettől itt eltekintünk.

Befejezésképpen még a következőket jegezzük meg. Mindenféle lejtűző műszer természetesen a vízszintes irány kitűzésére is alkalmas. Ha tehát pl. különleges telepítésknél a vízszintes padkák vagy sáncok



242. ábra. Möller-féle lejtűző

helyét kell kijelölnünk, lejtűző műszerrel is dolgozhatunk. De pl. egy adott terület lejtőkának meghatározására is vállalkozhatunk valamilyen lejtűző műszerrel. Természetesen ilyenkor a kitűzéssel éppen ellenkező feladatot kell végeznünk.

FELHASZNÁLT IRODALOM

dr. Gerevich Emil: Gyakorlati földmérés. Lauffer Vilmos könyvkiadó. Budapest, 1900.

dr. Hazay István: Országos-Felmérés I—II. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat. Budapest, 1955.

P. M. Orlov: Geodézia. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1952.

Saly E. — Teszárs G.: Erdészeti földmérés. Erdészeti technikumok tankönyvei, Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1954.

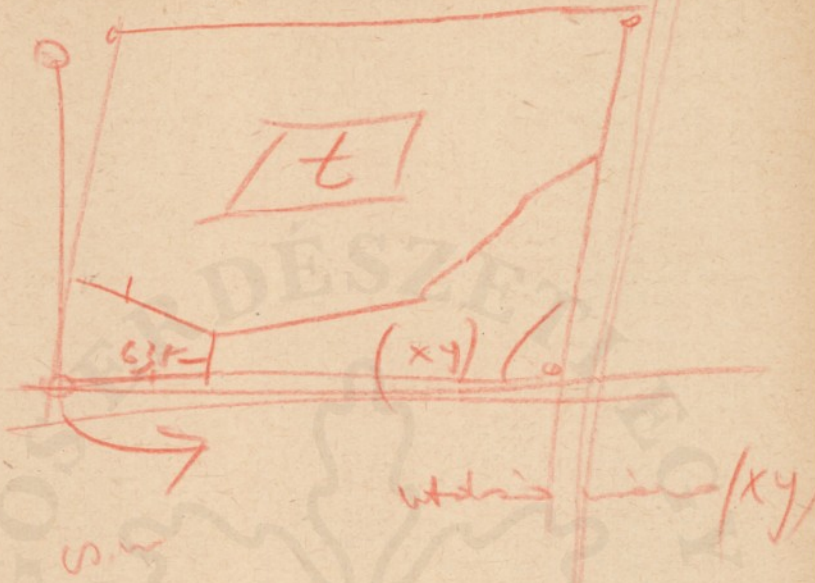
Sébor János: Általános geodézia I—II. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1953—1955.

Vöröss József: Tereptan, terepábrázolás, térképhasználat, terepfelmérés. Térképészeti Intézet. Budapest, 1943.

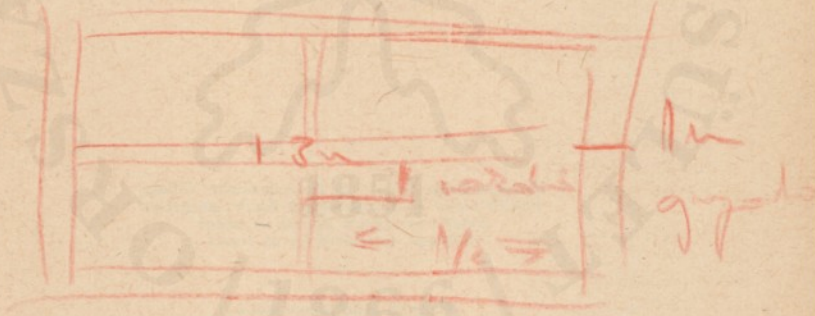
TARTALOMJEGYZÉK

<i>A földmérés tan fogalma, feladata, jelentősége</i>	3
VÍZSZINTES SÍKBELI MÉRÉS	5
<i>A mérés fogalma</i>	5
A mértékegységek	5
Hosszmértékegységek. A bécsi öl és a méter	5
A területmérés mértékegységei. A négyszöglől és a négyzetméter	8
A szög mérés mértékegységei	12
Szög mérés fokértékekkel	12
Szög mérés ívértékekkel	15
Szög mérés szögfüggvényértékekkel	18
Mérési pontok és mérési jelek	18
Mérési pontok	18
Mérési jelek	18
Ideiglenes mérési jelek	19
Állandó mérési jelek	20
Határpontok és jelek	24
A mérés segédeszközei	27
<i>A mérés végrehajtása</i>	39
A távolság mérése	39
Közvetlen távolság mérés	39
Közvetett távolság mérés	45
A szögek kitűzése és mérése	51
Szögtűző műszerek	52
Szögmérő műszerek	58
<i>Kitűző feladatok</i>	71
Az egyenesek kitűzése	71
A párhuzamos egyenes kitűzése	72
A merőleges egyenesek kitűzése	74
Két egyenes metszéspontjának kitűzése	77
Egyenes kitűzése busszólával. Nyiladékkitűzés	78
A körívek kitűzése	83
A körív kitűzése derékszögű szögtűzővel	84
A körív kitűzése táblázatból kiolvasott adatokkal	86
Adott terület kitűzése	90
<i>Kisebb területek önálló felmérése</i>	91
Terület mérés segédátókkal	92
Sarkpontos felvétel	94

Összrendezőkkel való mérés	95
Sarkponti mérés busszólával	98
Körüljáró mérés	99
Kombinált mérés	100
A MÉRÉSI ADATOK FELDOLGOZÁSA	101
A térkép fogalma, fajai	101
A méretarány	102
A léptékek	104
Vonalas lépték	104
Átlós lépték	107
A mérési adatok feldolgozása	110
Szögfelhordó eszközök	110
Hosszfelhordó eszközök	114
A felhordás gyakorlati végrehajtása	119
A TÉRKÉPEK MÁSOLÁSA, KISEBBÍTÉSE, NAGYÍTÁSA	127
Kisebbités és nagyítás sugárrendszerrel	127
Az aránykörző	128
A pantográf	129
TERÜLETSZÁMÍTÁS	133
Területszámítás természetben mért adatokkal	133
Területszámítás segédátlós felvétel után	133
Területszámítás összrendezőkkel való felmérés után	134
Területszámítás a térképen grafikusan	135
Területszámítás háromszögekre bontással	135
Területszámítás trapézekre bontással	136
Területszámítás területszámító eszközökkel	137
Területszámítás üvegplaniméterrel	137
Területszámítás sarkpontos planiméterrel	139
TERÜLETOSZTÁSI FELADATOK	143
A derékszögű négyszögek osztása	143
A háromszög alakú területek osztása	145
A trapéz alakú területek osztása	146
A FÜGGŐLEGES SÍKBELI MÉRÉS	151
A geometriai szintezés	151
Szintezőműszerek	153
A szintezőműszer	153
A libellás lécz	155
A szintezőműszer használata	155
Végpontból való szintezés	156
Középpontból való szintezés	157
A geometriai szintezés gyakorlati végrehajtása. Két pont magasságkülönbségének megállapítása	159
Területszintezés	163
Adott hajlású vonal kitűzése	166
Felhasznált irodalom	169



$\frac{1}{2}$



Mezőgazdasági Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat
Felelős kiadó a Mezőgazdasági Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő Pomozi Árpádné
Műszaki szerkesztő Osvár József

Hatodik átdolgozott kiadás
Nyomásra engedélyezve 1964. VII. 22-én
Megjelent 1171—2270 példányig
10 ³/₄, A/5 iv terjedelemben, 242 ábrával
— 8123 —

Készült az MSZ 5601—59
és 5602—55 szabványok szerint

64—930 Pécsi Szikra Nyomda — F.v.: Melles Rezső







1000-