

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI



LICEUL TEHNOLOGIC SILVIC NĂSĂUD  
The Forestry School Cluster  
Ecole de Sylviculture  
Str. Garii, nr. 1 ; 425200 NASAUD  
tel. 40 0263 360481; fax 40 0263 360482  
e-mail: [lsilvic@hotmail.com](mailto:lsilvic@hotmail.com);  
site: [www.silvic-nasaud.ro](http://www.silvic-nasaud.ro)

---

## SUPPORT DE CURS

### MODULUL: MĂSURĂTORI TOPOGRAFICE

Forma de învățământ: **Cursuri de calificare**

Calificarea: pădurar

Autor: ing. TĂNASE ADINA

2012

## CUPRINS

<b>Cap. 1 - SCARA HĂRȚILOR ȘI A PLANURILOR</b>	<b>3</b>
Scara grafică simplă	3
Scara grafică transversală	4
<b>CAP. 2 – MARCAREA ȘI SEMNALIZAREA PUNCTELOR TOPOGRAFICE</b>	<b>5</b>
<i>Marcarea punctelor topografice</i>	5
<i>Semnalizarea punctelor topografice</i>	6
Jalomul	7
Semnalul în cutie	7
Semnalul cu patru picioare	8
Semnalul în arbore	8
Alte semnale	8
Considerații asupra semnalelor	8
<b>CAP. 3 - JALONAREA ALINIAMENTELOR ȘI DUCEREA ALINIAMENTELOR PERPENDICULARE</b>	<b>8</b>
<b>CAP. 4 - MĂSURAREA DISTANȚELOR PE CALE DIRECTĂ</b>	<b>12</b>
GENERALITĂȚI	12
INSTRUMENTE	12
Panglica de oțel	12
Întinzătoarele	13
Fișele	13
Ruletele	14
VERIFICAREA ȘI ETALONAREA PANGLICII	14
TEHNICA DE EXECUȚIE	14
CORECȚII PENTRU MĂSURĂTORILE CU PANGLICA DE OȚEL	15
REDUCEREA DISTANȚELOR LA ORIZONT	16
PRECIZIA MĂSURĂRII DIRECTE A DISTANȚELOR	16
<b>CAP. 5 - TEODOLITE ȘI AȘEZAREA ÎN STAȚIE A TEODOLITELOR</b>	<b>17</b>
<b>CAP. 6 - MĂSURAREA DISTANȚELOR PE CALE INDIRECTĂ</b>	<b>21</b>
<b>CAP. 7 - CITIREA UNGHIURILOR</b>	<b>22</b>
Teodolitele cu vernier	23
Teodolitele cu scăriță	23
Teodolitele cu coincidență	24
<b>CAP. 8 - MĂSURAREA UNGHIURILOR</b>	<b>25</b>
<b>Cap. 9 MĂSURAREA ORIENTĂRIILOR</b>	<b>28</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>30</b>

## Cap. 1 - SCARA HĂRȚILOR ȘI A PLANURILOR

În topografie scara se definește ca fiind raportul constant dintre lungimile grafice de pe plan și corespondentele lor orizontale de pe teren.

Scările folosite în topografie pot fi de două feluri :

- scări numerice
- scări grafice
  - simple
  - transversale

**Scara numerică** se exprimă sub forma unui raport, având numărătorul egal cu unitatea . Numitorul arată de câte ori este mai mare lungimea orizontală din teren decât cea de pe plan. Dacă se notează cu  $d$  distanța de pe plan și cu  $D$  corespondentul distanței  $d$  pe teren redusă la orizont, scara va fi egală cu :

$$Sc. = \frac{d}{D} = \frac{1}{N}$$

Scările standard folosite pentru orice desen tehnic din industrie, construcții, arhitectură , topografie și comunicații sunt :

- scara de mărime naturală 1 : 1
- scări de micșorare 1 : 10<sup>n</sup>, 1 : 2x10<sup>n</sup>, 1 : 5x10<sup>n</sup>

În toate scările menționate mai sus  $n$  este număr întreg ,iar dacă  $n$  ia diverse valori se obțin toate scările folosite în topografie.

Pentru scara 1 : 1000, 1 mm de pe hartă reprezintă 1000 mm în teren, adică 1 m. Întrucât pe plan lungimile se măsoară de obicei în milimetri, iar pe teren în metri, pentru a se face mai ușoară trecerea de la distanțe de pe plan la cele din teren , se vor detașa la numitor trei zecimale , adică se va împărți  $N$  la 1 000.. De exemplu în cazul scării 1 : 10.000 dacă se detașează trei zecimale la numitor, rezultă că 1 mm de pe plan , reprezintă 10 m de pe teren, iar în cazul scării 1 : 5000 rezultă că 1 mm de pe plan va reprezenta 5 m în teren.

### Aplicații

**I.** Câți milimetri va reprezenta pe un plan la scara 1 : 5 000 o lungime de 85,65 m de pe teren ?

Se știe că

$$Sc. = \frac{d}{D} = \frac{1}{N}$$

Deci

$$d. = \frac{D}{N} = \frac{85\ 650}{5000} = 17,13 \text{ mm}$$

**II.** Câți metri reprezintă pe teren distanța de 35 mm de pe un plan care are scara 1 : 10 000 ?

Din formula anterioară rezultă :

$$D = d \times N = 35 \times 10\ 000 = 350 \text{ m}$$

**Scara grafică simplă** ( Fig. 1 ) se poate construi pentru orice scară numerică dacă cunoaștem două elemente : scara numerică și etalonul ( de obicei 1 sau 2 cm ). Avantajul scării grafice față de scara numerică constă în faptul că echivalentul

orizontal din teren pentru o dimensiune de pe plan se obține direct fără nici un calcul. Avem însă nevoie de un distanțier cu ajutorul căruia luăm distanța de pe plan . O scară numerică se construiește trasând prima dată o linie orizontală , pe care o împărțim ulterior în segmente egale de mărimea etalonului ( etalonul este impus ca mărime ) . Primul segment din stânga îl împărțim apoi în 10 segmente egale și notăm în dreapta acestui segment 0 , iar în stânga lui echivalentul etalonului la scara numerică pentru care construim scara grafică. Valorile înscrise pe scară în dreptul diviziunilor din dreapta lui 0 depind de valoarea calculată a etalonului și de depărtarea diviziunii față de 0 al scării . Pentru a determina echivalentul orizontal din teren al unei dimensiuni de plan cu ajutorul scării grafice astfel construite, luăm în distanțier mărimea de pe plan și aplicăm apoi distanțierul pe scară grafică având grijă să respectăm două condiții :

- piciorul din dreapta al distanțierului să fie în 0 sau în orice diviziune din dreapta lui 0
- piciorul din stânga al distanțierului să fie în talon

Fără nici un calcul după ce am așezat distanțierul pe scara grafică , putem citi direct echivalentul orizontal din teren al dimensiunii de pe plan care a fost luată în deschiderea distanțierului.

Scara grafică prezentată mai jos a fost construită pentru scara numerică 1 : 10 000 , iar etalonul a fost luat de 1 cm.

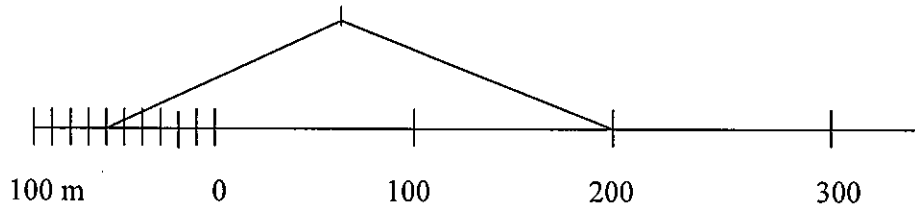


Fig. 1

Pe scara grafică prezentată mai sus, distanțierul a preluat o dimensiune de pe o hartă și aplicat pe această scară grafică indică că pentru dimensiunea din deschiderea sa, corespund în realitate 260 m.

**Scara grafică transversală** ( Fig. 2 ) se folosește atunci când se urmărește o precizie mai mare. Ea este prezentată în desenul de mai jos.

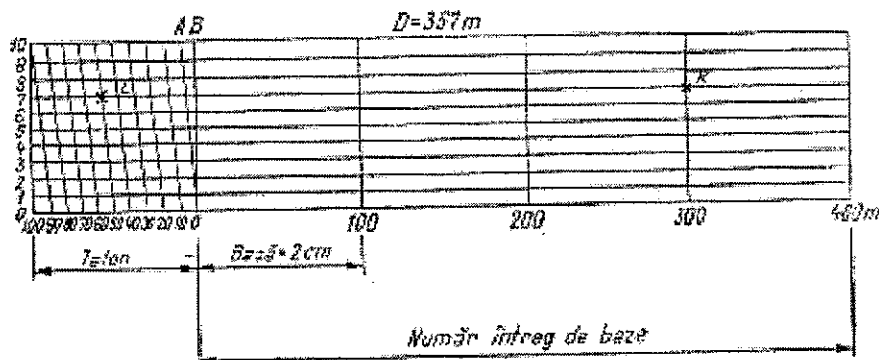


Fig. 2

Scara unui plan este mare atunci când valoarea raportului de scară este mare, atunci când numitorul scării este mic, iar când numitorul scării este mare este vorba de o scară mică. Evaluarea distanțelor pe planuri la scări mari se face cu mai multă exactitate decât pe planuri la scări mici.

Mărimea scării condiționează totodată, numărul și mărimea detaliilor topografice care pot fi figurate pe plan. Pe măsură ce scara devine tot mai mică unele dimensiuni ( detalii ) devin foarte mici și nu mai pot fi figurate pe plan la scara respectivă.

Mărimea scării este și un criteriu de clasificare a planurilor și a hărților. Astfel în funcție de scările cele mai uzuale se disting :

- planuri topografice, la scările 1 : 100 , 1 : 500 , 1 : 1000 , 1 : 2000 , 1 : 2500 , 1 : 5000 , 1 : 10 000
- hărți topografice, la scările 1 : 20 000 , 1 : 25 000 , 1 : 50 000 , 1 : 100 000 , 1 : 200 000 , 1 : 300 000
- Hărți geografice, la scările 1 : 500 000 , 1 : 1 000 000 , 1 : 2 000 000 , 1 : 5 000 000

Scara planurilor este constantă pe întreg cuprinsul lor , deoarece se referă în general la suprafețe mici, pe când scara hărților nu este riguros constantă pe cuprinsul lor, cu atât mai mult cu cât scara este mai mică., deoarece pe o foaie se cuprind suprafețe mari , care sunt influențate de forma curbă a Pământului.

## **CAP. 2 – MARCAREA ȘI SEMNALIZAREA PUNCTELOR TOPOGRAFICE**

### **Marcarea punctelor topografice**

Lucrarea de marcarea a punctelor topografice presupune materializarea punctelor în teren. Marcarea punctelor este necesară :

- pentru ca punctele odată alese să fie bine definite, atât la determinarea lor cât și a altor puncte a căror determinarea se sprijină pe ele
- pentru a face legătura între teren și planuri și astfel să servească lucrărilor de aplicare în teren, precum și oricăror lucrări ulterioare.

Punțile propriu-zise se marchează la sol prin borne sau țăruiși. Întrucât acestea nu pot fi văzute de la o anumită depărtare și nici nu pot fi vizate, este necesar ca pe timpul cât durează măsurătorile (eventual numai în momentul când se vizează) să fie marcată și verticala punctelor prin semnale. Deci, borna marchează punctul în pământ, iar semnalul marchează verticala punctului deasupra pământului.

Bornele confecționate din beton armat, piatră sau țevi reprezintă marcajul de durată, iar semnalele, confecționate, de obicei, din lemn, reprezintă o marcarea temporară, care trebuie să dureze atât cât durează măsurătorile.

Punctele rețelei de sprijin, ca și cele de îndesire (punctele de bază cunoscute pe care se întemeiază ridicările) se marchează prin borne. Bornele au forma de trunchi de piramidă cu secțiune pătrată. În lipsa bornelor de beton se pot ciopli borne din piatră, care, în general, au dimensiunile mai mici decât ale bornelor din beton. Cioplitura este finisată numai în partea superioară.

Pentru a se putea repera punctul, la o eventuala dispariție sau deplasare a bornei se face și un bornaj la subsol cu o cărămidă cu cruce ( Fig. 3 ). Borna se plantează deasupra cărămizii pe verticala crucii. Peste cărămida se presară cărbuni, nisip sau alt material deosebit pentru recunoaștere. Pentru a asigura verticalitatea crucii (bulonului) de pe borna (care marchează punctul) cu crucea de pe cărămida se utilizează patru țăruiși, sfori și un fir cu plumb. După fixarea cărămizii pe verticala firului cu plumb se îndepărtează sforile (fără a atinge țăruișii), se plantează borna și se

controlează tot timpul cu sforile. Crucea de pe bornă trebuie adusă la verticala încrucișării sforilor întinse.

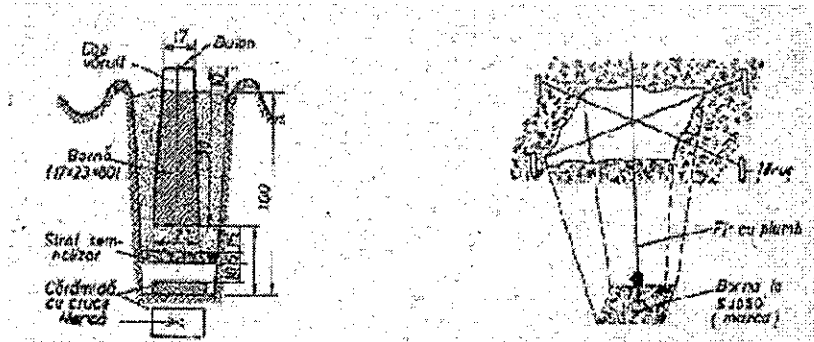


Fig. 3

Bornarea se execută în așa fel încât borna să rămână afară circa 5-10 cm, pentru a putea fi ușor găsită, o muchie să fie așezată pe direcția nord-sud, iar pe partea sudică să fie scris anul bornării.

Punctele de mai mică importanță se pot marca și cu țaruși din țevă de fier sau chiar din lemn de esență tare ( Fig. 4 ). Dimensiunile țarușilor pot varia între 30 și 40 cm lungime (după compactitatea solului) și 3-4 cm diametru. Țarușul rămâne afară din pământ circa 5-7 cm, pentru a putea fi găsit ușor, și se numerotează.

Țarușii pot dispărea ușor sau pot fi mișcați, și, de aceea, se recomandă să se folosească câte doi țaruși pentru marcarea unui punct, și anume : un țaruș care marchează punctul și care se bate până la nivelul terenului și un țaruș-martor, numerotat și bătut alături, la 10-20 cm pe direcția nordului, în așa fel încât să rămână afară din pământ circa 7 cm pentru recunoaștere. În plus, dacă se lucrează în pădure, se face cioplaj pe cel mai apropiat arbore.

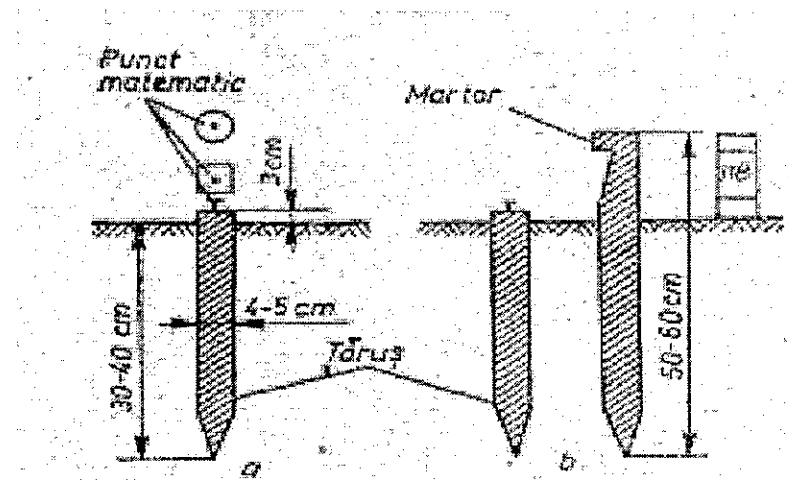


Fig. 4

### Semnalizarea punctelor topografice

Semnalizarea se face pentru a putea face vizibile de la distanță punctele marcate la sol cu țaruș sau borne.

Semnalizarea punctelor rețelei de sprijin, precum și a celor de îndesire propriu-zisă se face prin semnale permanente (construcții rigide) pe toată perioada măsurători, pe când celelalte puncte se semnalizează cu semnale portabile (jaloane).

**Jalonul.** ( fig. 5 ) Jalonul este un semnal portabil, confecționat din lemn ușor, ecarisat, cu lungime de 2 m eventual chiar de 3 sau 4 m, și diametru de 3-4 cm pentru cele de 2 m și mai gros pentru celelalte. Secțiunea este hexagonală, octogonală sau triunghiulară. La un capăt, jalonul este prevăzut cu un sabot de fier, care permite înfigerea și fixarea sa în pământ prin apăsare, rotire sau chiar prin izbire. Pentru a fi perfect vizibile și ușor identificabile, de la distanțe de câteva zeci de metri până la câteva sute de metri, jaloanele se vopsesc alternativ cu roșu și alb pe sectoare de câte 20 cm, eventual de câte 50 cm la cele lungi. Dacă jalonul nu poate fi înfipt în pământ când se lucrează pe drumuri, în orașe etc., precum și atunci când trebuie ținut pe țărș, repere sau borne, va fi ținut în poziție verticală cu mâna sau cu un trepied metalic.

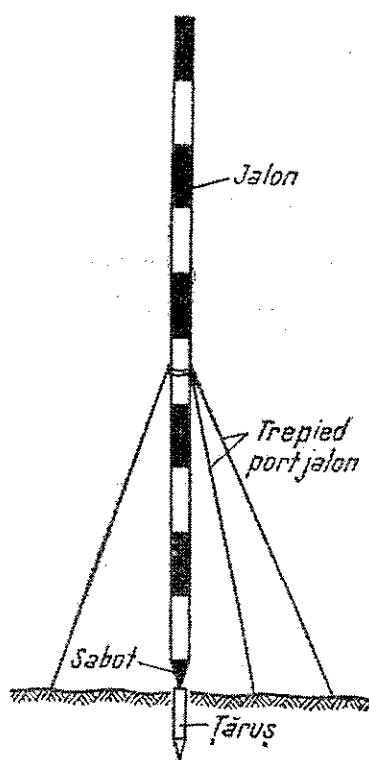


Fig. 5

**Semnalul în cutie.** Semnalul este confecționat dintr-o bilă de lemn sau din lemn ecarisat, care se introduce într-o cutie îngropată în pământ, în poziție verticală. În timpul lucrului, instrumentul de măsurat unghiuri staționează centric pe cutie, după ce s-a scos din aceasta semnalul.

Pentru a putea fi mai vizibil și ușor de identificat, semnalul este vărut cu var pregătit cu clei. Extremitatea superioară, pe o lungime de 20 cm, precum și mijlocul, pe o lungime de 1 m, se vopsesc în negru. La vârful semnalului se fixează fluturile, format din 2 scândurele vopsite în negru și 2 scândurele vopsite în alb. Secțiunea semnalului variază cu înălțimea lui și cu lungimea vizelor.

Semnalele înalte sunt indicate, în special, acolo unde vizibilitatea este slabă (terenuri de șes, terenuri acoperite). Secțiunile cele mai obișnuite ale semnalului sunt cele rotunde sau cele de 7 x 9, 8 x 8, 8 x 10, 10 x 10 cm, eventual de 6 x 8 sau de 10 x 12 cm. Secțiunile rotunde au diametru de la 7 la 14 cm la picior, unde se cioplesc în patru muchii, pentru a se putea fixa în cutie.

Scândura din care se confecționează cutia are grosimea de circa 2,5 cm, iar cea din care se confecționează fluturele de 1,5 cm.

Semnalul se instalează întotdeauna în poziție perfect verticală, cu ajutorul firului cu plumb. Se știe că un punct și o linie determină un plan. Ochiul observatorului împreună cu firul vertical determină un plan vertical. Dacă semnalul (împreună cu cutia) este adus în două plane verticale perpendiculare între ele, devine și el vertical.

**Semnalul cu patru picioare.** În principiu, semnalul cu patru picioare este constituit dintr-un semnal ca cel descris anterior, însă înălțat pe o piramidă cu patru picioare, pentru a-i putea mări înălțimea și rigiditatea.

Piramida se construiește în așa fel încât popul central să fie perfect vertical, iar în ansamblu ei să fie simetrică din orice direcție ar fi privită. Mărimea piramidei depinde de înălțimea care trebuie atinsă.

Instrucțiunile în vigoare prevăd și alte tipuri de semnale, cu patru și trei picioare.

**Semnalul în arbore.** Semnalul în arbore este asemănător semnalului în cutie, dar este înălțat pe arbori. În acest caz, semnalul trebuie să fie cât mai ușor pentru a putea fi urcat în arbore și plantat vertical.

Pentru fixarea semnalului în arbore se caută crăci groase, care se curăță de ramuri. Semnalul se fixează în cuie și se leagă cu sârmă. Pentru identificarea arborelui se taie în coaja tulpinii un triunghi, în care se scrie numărul de ordine.

Capătul negru al semnalului se proiectează la sol cu teodolitul, din două poziții aproximativ perpendiculare. Planele verticale se materializează la sol prin câte doi țaruși. Borna se îngroapă la intersecția liniilor determinate de cele două perechi de țaruși.

Dacă semnalul se proiectează la sol în perimetrul tulpinii, bornarea se face excentric.

**Alte semnale.** Turlele construcțiilor monumentale, turlele bisericilor etc., fiind înalte și cu bune vizibilități, pot fi folosite întotdeauna ca semnale.

**Considerații asupra semnalelor.** Semnalele trebuie să fie construcții cât mai ieftine, dar să asigure, totodată, din punct de vedere tehnic, o cât mai bună și sigură desfășurare a lucrărilor. Dintre condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească un semnal se enumeră următoarele : să fie vertical, simetric, vizibil, bine identificabil și ușor de vizat, să fie construit în așa fel încât să nu împiedice vizibilitatea în direcția punctelor care trebuie vizate, să fie rigid, să permită instalarea în bune condiții a instrumentului de măsurat unghiuri.

Cel mai folosit semnal este cel în cutie, iar în sectorul forestier se utilizează mult semnalul în arbore.

### **CAP. 3 - JALONAREA ALINIAMENTELOR ȘI DUCEREA ALINIAMENTELOR PERPENDICULARE**

Prin jalonarea aliniamentelor se înțelege marcarea aliniamentelor pe teren prin jaloane. Aliniamentul este un traseu pe suprafața pământului cuprins într-un plan



vertical. Un aliniament este bine jalonat când toate punctele care-l materializează pe suprafața topografică sunt cuprinse într-un plan vertical, adică sunt coliniare în plan orizontal. Pentru că lucrarea se execută cu jaloane, ea se numește jalonare. Pentru ca un aliniament să poată fi jalonat este necesar să fie cunoscute elementele care-l determină. Aceste elemente pot fi : două puncte ale aliniamentului sau un punct și o direcție. În continuare se vor analiza cazurile când se cunosc două puncte. În general pot fi identificate situațiile când la o jalonare există sau nu vizibilitate între punctele care determină aliniamentul care se jalonează.

Jalonarea unui aliniament în cazul când între punctele care-l determină există vizibilitate, începe cu instalarea jaloanelor în punctele extreme ale aliniamentului , lucrare care se face de către un ajutor. Apoi instalarea jaloanelor pe aliniament , în vederea jalonării lui, se face tot de ajutor care este dirijat de operatorul care privește din A spre jalonul din B, alinierea fiind făcută prin vedere liberă. Sensul de jalonare este din planul îndepărtat spre planul apropiat, adică din B spre A. ( Fig. 6 )

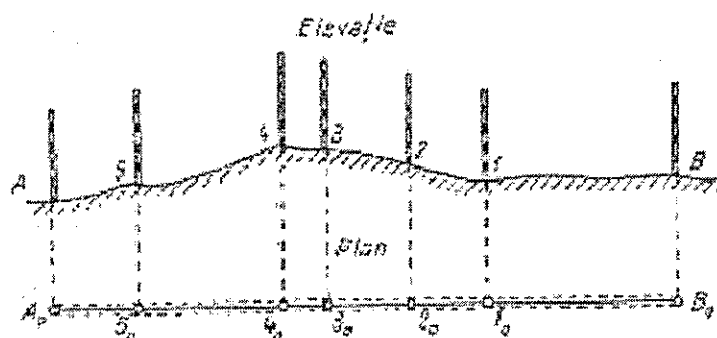


Fig. 6

Jalonarea unui aliniament când între punctele care-l determină nu există vizibilitate, poate fi asemănată cu o jalonare peste un deal ( Fig. 7 ). Această lucrare se poate face cu doi operatori și 4 jaloane. Primele două jaloane se fixează în punctele extreme ale aliniamentului. Apoi cei doi operatori care au câte un jalon fiecare, se îndreaptă spre vârful dealului și se fixează fiecare într-un punct, astfel încât cel din 1 să vadă jalonul din B, iar cel din 2 să vadă jalonul din A. În continuare se aplică procedeul în foarfecă, adică cei doi operatori se dirijează reciproc până când fiecare operator vede în fața sa un singur jalon. Când fiecare operator vede în fața sa un singur jalon, înseamnă că cele patru puncte ( A, B, 1 și 2 ) sunt coliniare.

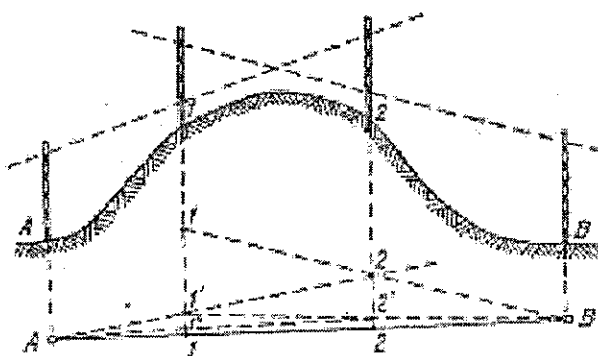


Fig. 7

Ridicarea perpendicularelor pe aliniamente, ca și coborârea perpendicularelor din anumite puncte pe aliniamente date sunt operații topografice curente. În acest scop se folosesc instrumente tipografice numite *echere*. Echerile pot fi :

- echerul arpentorului
- echerul cu oglinzi
- echerul cu prisme

*Echerul arpentorului* ( Fig. 8 ) este un instrument topografic simplu, fără lunetă, cu ajutorul căruia se pot face ridicarea și coborârea unei perpendiculare pe un aliniament dat. De obicei el este confecționat din alamă și are o formă prismatică, octogonală, cilindrică sau eventual sferică. Pe cele opt fețe se găsesc fante care comunică în planuri diametral opuse. În timpul lucrului echerul este fixat pe un trepied ușor. Pentru ridicarea unei perpendiculare pe un aliniament, se instalează echerul în poziție verticală în punctul din care dorim să se ridice perpendiculara și se rotește în așa fel încât în planul de viză determinat de două deschideri diametral opuse să se vadă jalonul de la celălalt capăt al aliniamentului. Apoi se privește prin două deschideri care se găsesc într-un plan perpendicular pe direcția de viză inițială și pe această direcție un ajutor fixează un jalon, fiind dirijat de operatorul din spatele echerului. Punctul în care ajutorul a fixat jalonul și punctul în care este fixat echerul, formează un aliniament perpendicular pe aliniamentul inițial. Coborârea unei perpendiculare dintr-un punct exterior aliniamentului este o operație mai dificilă, deoarece se face prin tatonare. Această operație presupune instalarea simultană a echerului atât pe aliniament cât și pe planul de viză perpendicular pe aliniament, plan de viză care coboară din punctul exterior aliniamentului. De fapt prin tatonare este găsit punctul care marchează piciorul perpendicularei care coboară pe aliniament, din punctul exterior aliniamentului.

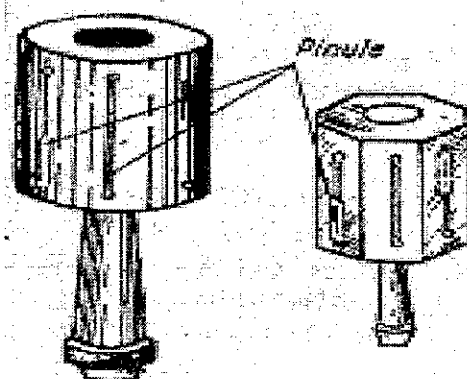
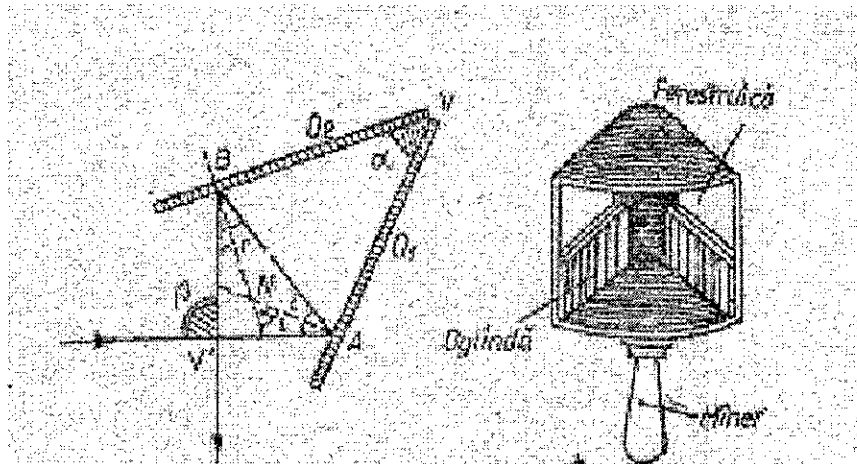


Fig. 8

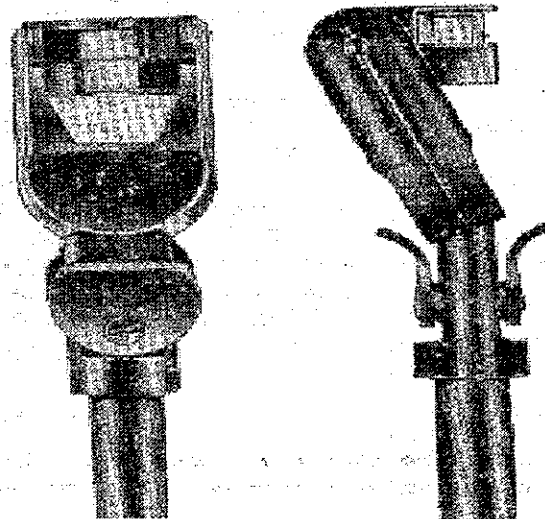
*Echerul cu oglinzi* ( Fig. 9 ) este construit pe principiul dublei reflexii a unei raze de lumină. Acest tip de echer poate avea o singură pereche de oglinzi sau două perechi de oglinzi. Oglinzile sunt montate la un unghi de  $45^{\circ}$  una de cealaltă și utilizarea acestui echer se bazează pe faptul că raza incidentă face cu raza emergentă un unghi drept. Echerul cu o pereche de oglinzi poate fi folosit la ducerea unui aliniament perpendicular pe alt aliniament, numai dintr-un punct care este în prealabil determinat pe aliniament. Dacă echerul are două perechi de oglinzi, el se poate folosi și pentru ducerea unei perpendiculare dintr-un punct exterior aliniamentului. Ducerea unei perpendiculare cu ajutorul acestui echer, indiferent că are două sau o pereche de oglinzi, se face de către un operator și un ajutor. Operatorul ține echerul în mână la înălțimea ochiului și își dirijează ajutorul pe direcția razei emergente, până când jalonul ținut de ajutor este suprapus peste imaginea din oglindă (pct. B) a jalonului

situat la capătul aliniamentului. Atunci punctul în care se găsește jalonul ajutorului și punctul în care este situat echerul, determină un aliniament perpendicular pe aliniamentul inițial. Distanța până la care se poate lucra bine cu aceste echere cu oglinzi este de obicei de 40 - 50 m.



**Fig. 9**

*Echerul cu prisme* ( Fig. 10 ) folosește de obicei prisme pentagonale. Și aceste echere se construiesc în două variante : cu o prismă sau cu două prisme suprapuse care de fapt sunt cele mai răspândite.



**Fig. 10**

Dacă ar fi să analizăm modul cum se folosesc echerile cu 2 prisme la ducerea perpendicularelor, menționăm că echerul se ține de operator în mână la înălțimea ochiului, operatorul fiind așezat între cele două jaloane care marchează capătul aliniamentului ( Fig. 11 ). Cu echerul în mână operatorul se va deplasa înainte sau înapoi până când în echer cele două jaloane de la capătul aliniamentului, se văd în prelungire pe verticală. Atunci operatorul se găsește pe aliniament și urmează să se deplaseze spre stânga sau spre dreapta, menținându-se în același timp pe aliniament , până când peste imaginea jaloanelor suprapuse din echer ( punctul G ), este suprapus jalonul care se află într-un punct exterior aliniamentului. Se poate afirma în această situație că operatorul se află la piciorul perpendicularei care coboară pe aliniament din punctul exterior aliniamentului.

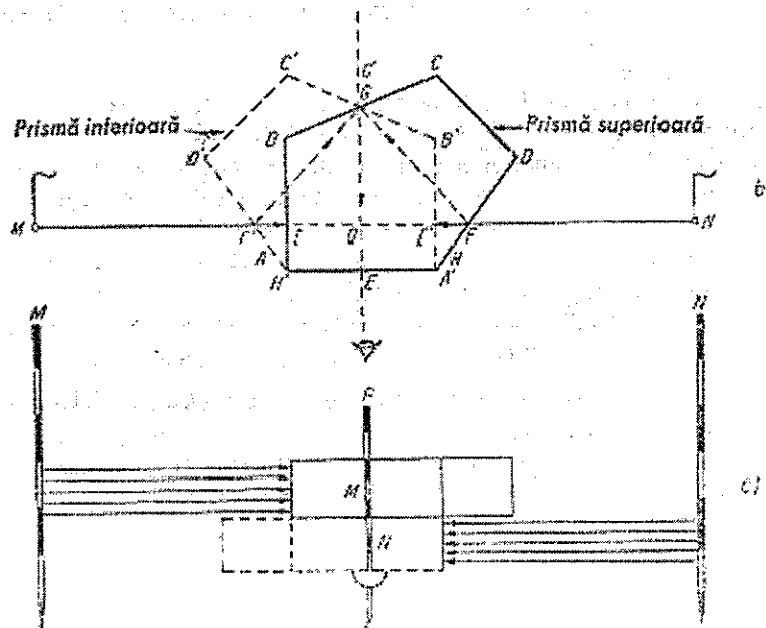


Fig. 11

Cu aceste echere putem să ridicăm și să coborâm perpendiculare în condiții bune, până la distanța de 70 - 80 m.

## CAP. 4 - MĂSURAREA DISTANTELOR PE CALE DIRECTĂ

### GENERALITĂȚI

Măsurarea distanțelor este o operație de bază în topografie. A măsura pe cale directă o distanță înseamnă a folosi instrumente care se aplică pe teren : ruletă topografică, panglică de oțel. Măsurarea pe cale directă este în general mai precisă, dar mai greoaie în terenurile accidentate. Instrumentul cu care se pot obține rezultate de mare precizie în cadrul măsurării directe a distanțelor, este firul de invar, care este un cablu monofil fabricat din invar ( aliaj între fier și nichel ) care are un coeficient de dilatare liniară foarte mic.

### INSTRUMENTE

**Panglica de oțel.** ( Fig. 12 ) Panglica de oțel de 50 m este foarte des utilizată în măsurătorile topografice curente. Panglica este formată dintr-o bandă subțire de oțel călit, putând avea lățimi și grosimi diferite. Panglica este bine netezită și lustruită, pentru a opune o rezistență cât mai mică la frecare de iarbă sau sol. Lățimea ei variază între 16-20 mm, iar grosimea între 0,4 mm și 0,8 mm. La ambele capete ale panglicii există câte un inel puternic de bronz sau de alamă, cu diametrul de 3-4 cm, prin care pot fi introduse niște întinzătoare. Diviziunile panglicii sunt înscrise pe ambele fețe, metrii fiind marcați prin plăcuțe de alamă, jumătățile de metru prin nituri, decimetrii prin găurele iar centimetrii se aproximează vizual. Gradația este făcută în ambele sensuri, încât în orice parte s-ar găsi originea de măsurare, lungimea poate fi citită direct. Astfel dacă pe o parte este scris 18 m, pe cealaltă corespunde 32 m .

Unele panglici au originea chiar la mijlocul inelului de întins, marcată printr-o creștătură pe ambele părți. Panglicile de origine mai recentă au originea gradațiilor la distanța de circa 22 cm de inel, fapt care favorizează mult operația de măsurare și

chiar precizia obținută. Panglica este gradată și numerotată la o temperatură de  $22^{\circ}\text{C}$  sub o întindere de 6-15 daN aplicată la capete.

Panglica de 50 m suferă pe toată lungimea ei o dilatare sau contracție de 3 mm, pentru o variație de temperatură de  $5^{\circ}\text{C}$ . Panglica se păstrează înfășurată pe un cerc, la loc uscat ca să nu ruginască

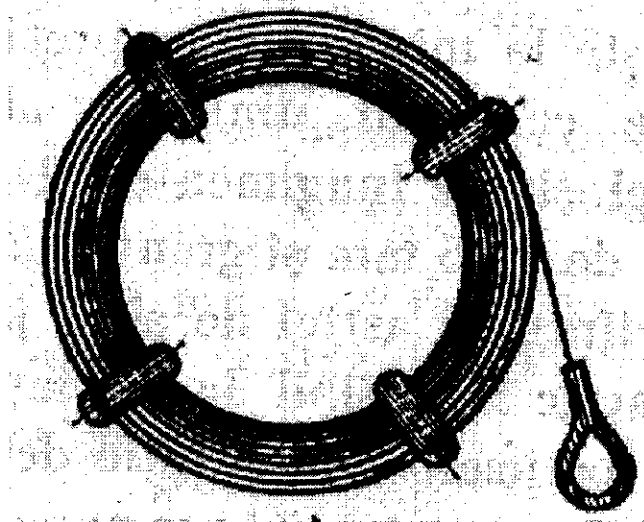


Fig. 12

**Întinzătoarele** ( Fig. 13 ) sunt niște bastoane din lemn, lungi de 1-1,2 m cu diametrul de 3-3,5 cm. Întinzătoarele se introduc în inelele panglicii, ajutând la întinderea ei și la deplasarea ei de la o măsurătoare la alta. La un capăt întinzătorul are un sabot de fier, care asigură înfigerea și fixarea să în pământ, în poziția dorită. Deasupra sabotului există o vergea metalică care străbate transversal întinzătorul. Pe această vergea se sprijina inelul panglicii și tot pe acesta se apasă cu piciorul pentru a se putea ține întinzătorul în poziția dorită, în funcție de poziția pe care trebuie s-o ia panglica.

**Fișele** ( Fig. 13 ) sunt niște vergele de metal, curbate în formă de inel la un capăt și ascuțite la celălalt capăt, pentru a putea fi introduse ușor în pământ. Lungimea fișelor este de 30-40 cm., iar grosimea de 5-6 mm. Fișele se țin 11 pe un inel, iar ansamblul de 11 fișe și doua inele poartă numele de "joc de fișe".

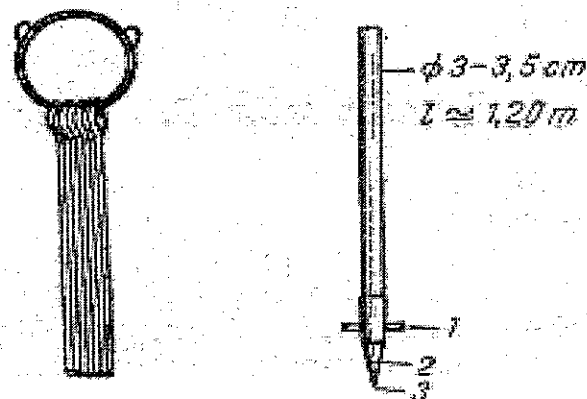


Fig. 13

**Ruletele** ( Fig. 14 ) pot fi din pânză sau din metal și se întrebuintează de obicei la măsurarea unor distanțe mai mici cum ar fi : ordonatele pe un aliniament, interioarele curților etc. precum și înălțimea semnalelor sau înălțimea aparatelor Ruletele de pânză au în țesătura lor fire metalice care întăresc pânza și împiedică alungirea ei, Pentru a se conserva bine împotriva umezelii, panglica se vopsește. Gradația este făcută pe ambele fețe, din centru în centimetru, iar cifrele sunt înscrise din 10 în 10 cm. Panglica se poate rula sau nu în interiorul unui toc circular din lemn, metal, carton presat, cu ajutorul unei manivele. Ruletele de precizie sunt construite dintr-o panglică subțire din oțel având gradația și montura identică cu ale ruletelor de pânză.

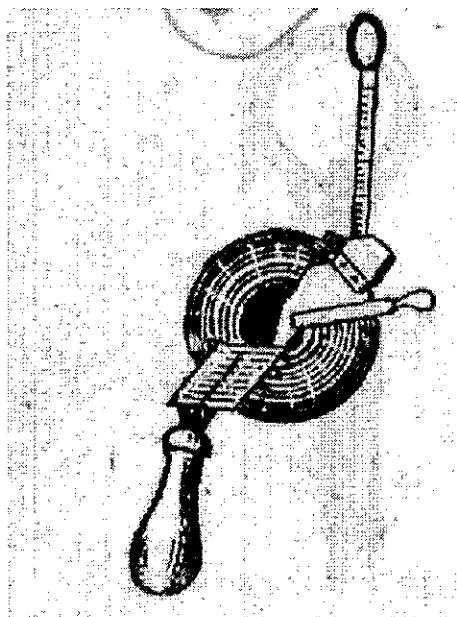


Fig. 14

### VERIFICAREA ȘI ETALONAREA PANGLICII

În general orice instrument trebuie controlat înainte de a fi întrebuințat. Prin verificarea panglicii se înțelege "*controlul la mână*" din aproape în aproape, pentru a constata starea instrumentului, urmărindu-se: dacă inelele de întins sunt în bună stare, dacă panglica are fisuri, dacă este ruptă, dacă lipsesc plăcuțe scrise sau dacă eventualele reparații precedente au fost executate corect, etc.

Prin etalonarea panglicii se înțelege confruntarea ei cu un instrument etalonat, pentru a se constata dacă lungimea totală a panglicii corespunde cu cea înscrisă pe ea. În lipsa unui instrument de control, etalonarea se face la Serviciile de Metrologie. Etalonarea panglicii se face la temperatura de 20 °C și sub o tensiune medie de aproximativ 10 daN. De fapt panglicile sunt etalonate din fabricație, însă cu timpul, din cauza uzurii, a întinderilor peste măsură sau a eventualelor reparații, panglica nu mai păstrează lungimea inițială. De obicei la etalonare se constată că panglicile au suferit alungiri. Diferența constatată la etalonare cauzează o eroare sistematică al cărei efect poate fi îndepărtat.

### TEHNICA DE EXECUȚIE

Pentru măsurarea distanțelor există prescripții de ordin general, privind măsurarea unei distanțe și de ordin special în legătură cu tipul instrumentului folosit.

Ca prescripții de ordin general se menționează :

- aliniamentele lungi trebuie totdeauna pichetate
- măsurarea trebuie să se execute riguros pe aliniament și pe secțiuni de teren cu înclinare constantă, pentru a se putea face reducerea distanțelor la orizont
- pe direcția de măsurare trebuie să existe vizibilitate între punctele care determină distanța de măsurat, iar terenul să fie lipsit de vegetație, bălți, etc, care ar împiedica întinderea instrumentului.

Prescripțiile de ordin special sunt în legătură cu instrumentul folosit și se referă de obicei la tehnica de măsurare a distanțelor, la întinderea instrumentului etc.

Măsurarea propriu-zisă a distanțelor cu panglica de oțel de 50 m sau 20 m, se execută astfel ( Fig. 15 ) : panglica se aduce pe teren înfășurată pe inelul cu cruce, de pe care se derulează cu multă atenție, pentru a nu se desfășura bucle, care la cea mai mică neatenție duc la ruperea panglicii. Se introduc apoi întinzătoarele în inele. Formația de muncă este formată dintr-un operator și un ajutor. Operatorul rămâne în spate și are asupra sa un inel și o fișă, iar ajutorul merge în față și are asupra sa un inel și 10 fișe. Operatorul înfige întinzătorul în pământ astfel încât diviziunea 0 a panglicii să fie în dreptul fișei care marchează începutul măsurătorilor. Ajutorul din față întinde panglica și înfige întinzătorul în pământ, apoi în dreptul diviziunii terminale a panglicii introduce o fișă. În continuare panglica este ridicată și se continuă măsurarea distanței, având grijă ca la deplasarea panglicii de la un loc la altul să nu rămână în urmă fișe. Distanța dintre cele două puncte se obține cu formula :

$$D_{AB} = \text{Nr. fișelor de la operator} \times L \text{ panglicii} + \text{ultima citire}$$

Drept control, numărul fișelor de la operator, plus numărul fișelor de la ajutor, plus cele două fișe care marchează ultima măsurătoare trebuie să dea 11 fișe.

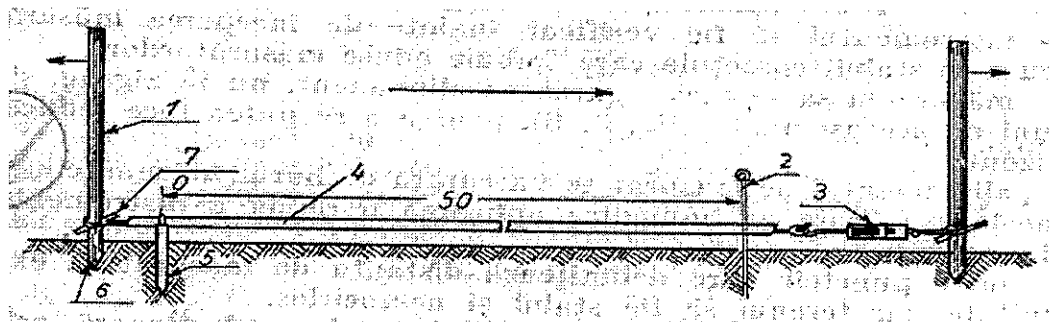


Fig. 15

### CORECȚII PENTRU MĂSURĂTORILE CU PANGLICA DE OȚEL

Măsurătorilor făcute cu panglica de oțel li se pot aduce două tipuri de corecții : corecția de temperatură și corecția de etalonare.

*Corecția de etalonare* se aplică dacă la etalonare se constată o diferență, adică o eroare "e" pentru lungimea totală a panglicii de 50 m.

Corecția care se aplică este egală cu eroarea "e" cu semnul schimbat, înmulțită cu numărul de câte ori s-a cuprins panglica în distanța D, adică :

$$C = - e D / 50$$

Dacă la etalonare panglica a fost găsită mai lungă decât mărimea înscrisă pe ea, eroarea este negativă (  $e = 50 - L$  ) și deci corecția este pozitivă și invers.

*Corecția de temperatură* se aplică doar când se cere rezultatului o precizie deosebită. Această corecție se aplică deoarece temperaturile mult diferite față de

temperatura de etalonare, influențează lungimea panglicii și în consecință rezultatul măsurătorilor.

### **REDUCEREA DISTANTELOR LA ORIZONT**

Pentru reprezentarea distanțelor pe plan acestea trebuie reduse la orizont. Reducerea distanțelor la orizont se face de obicei în funcție de panta terenului (unghiul vertical pe care-l face linia terenului cu orizontala).

Prin distanță redusă la orizont înțelegem proiecția în plan orizontal a distanței măsurate în teren și acest lucru se obține înmulțind distanța măsurată în teren cu cosinusul unghiului de pantă.

$$D_1 = D \times \cos\Phi \text{ unde :}$$

$D_1$  = distanță redusă la orizont

$D$  = distanța măsurată în teren

$\Phi$  = panta terenului

### **PRECIZIA MĂSURĂRII DIRECTE A DISTANTELOR**

Eliminând greșelile, distanțele obținute prin măsurare directă sunt de precizie diferită, deoarece depind de mai mulți factori, și anume :

- tipul instrumentului utilizat
- forma terenului (înclinat, neted, puțin ondulat etc.)
- numărul măsurătorilor efectuate asupra aceleiași distanțe
- controlul și eliminarea erorilor sistematice
- cunoașterea și aplicarea corectă a metodei de măsurare
- abilitatea celor care fac măsurătorile
- influențele accidentale

Greșelile la măsurarea cu panglica de oțel provin din neatenția celor care fac măsurătoarea, sau din nepriceperea lor și se produc în general, în următoarele împrejurări :

- dacă distanța este mare se poate greși la ținerea socotelii fișelor
- panglica fiind gradată pe ambele fețe, există pericolul să citim pe altă parte decât partea pe care gradațiile cresc în sensul în care se face deplasarea cu panglica.

Erorile sistematice sunt foarte periculoase deoarece prin acumulare deformează rezultatele. Ele pot fi însă identificate ca mărime și sens și deci pot fi corectate. Cele mai obișnuite cauze care produc erori sistematice pot fi : neetalonarea panglicii, neglijarea influenței temperaturii, erori datorate fleșelor atunci când nu se măsoară pe porțiuni cu pantă continuă, ieșirea de pe aliniament, etc. Aceste neajunsuri pot fi eliminate printr-o atentă aliniere pe traseu și printr-o atentă segmentare a distanțelor pe panouri de aceeași înclinare.

Erorile întâmplătoare sunt cele mai numeroase fiind provocate de mai multe cauze. Aceste erori nu pot fi controlate, dar se mențin în anumite limite tolerabile, iar în totalitatea lor de multe ori se compensează.

În terenuri de șes sau puțin înclinate, eroarea care se poate produce la măsurarea unei distanțe pe cale directă poate fi :

- la măsurarea cu firul de invar eroarea este de 1-3 mm / km
- la măsurarea cu panglica de oțel eroarea este de 3-4 cm pe 100 m



## CAP. 5 - TEODOLITE ȘI AȘEZAREA ÎN STAȚIE A TEODOLITELOR

Instrumentele pentru măsurarea unghiurilor se numesc *goniometre*. La un goniometru se disting un cerc gradat sau sector de cerc, pe care se citesc unghiurile și un dispozitiv de vizare. Goniometrele folosite în topografie se pot grupa astfel :

- instrumente cu ajutorul cărora unghiurile se obțin din două vize succesive : grafometrul, tahimetrul, teodolitul. Pentru a se obține unghiul, se staționează cu instrumentul într-un punct și apoi se vizează la semnalele din alte două puncte. Din diferența celor două citiri rezultă unghiul pe care îl fac cele două vize;
- instrumente cu ajutorul cărora unghiurile se obțin dintr-o singură viză (sextantul) ;
- instrumente cu ajutorul cărora se obțin orientările direcțiilor (busole topografice). Pe cercul instrumentului în dreptul capătului nordic al acului magnetic, se citește orientarea direcției vizate. Prin orientarea unei direcții din teren înțelegând unghiul pe care îl face direcția nord cu o direcție din teren, unghiul fiind măsurat în sensul de deplasare al acelor de la un ceasornic.

*Teodolitul* este cel mai reprezentativ goniometru topografic ( Fig. 16 ). Cu ajutorul lui se măsoară atât unghiurile orizontale cât și cele verticale. Dacă instrumentul servește și la măsurarea distanțelor pe cale indirectă, se numește tahimetru sau teodolit - tahimetru.

În general teodolitul este un instrument care servește la măsurarea precisă a unghiurilor, fiind utilizat la lucrările de determinare a rețelelor de sprijin sau îndesire. Tahimetrele au o precizie mai mică, ceea ce le face potrivite pentru lucrări de ridicare în plan a detaliilor.

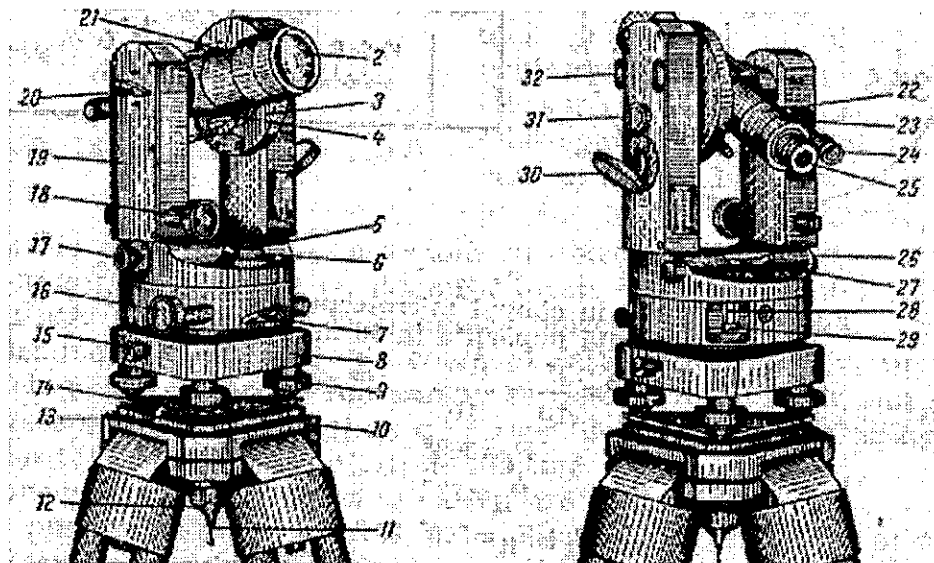


Fig. 16

Teodolitele sunt de diferite tipuri, cu dimensiuni și caracteristici tehnice diferite, prin urmare de precizii diferite. Din punct de vedere al modului de manipulare și al principiului de construcție, teodolitele nu diferă prea mult. Oricare ar fi tipul și dimensiunile, organele principale sunt aproximativ aceleași. Dintre acestea amintesc :

- *trepiedul* ( Fig. 17 ) care are o platformă pe care se sprijină întregul aparat, prin intermediul a trei șuruburi de calare, dispuse în stea la câte  $120^{\circ}$  fiecare. Aparatul este fixat pe trepied cu ajutorul unui șurub - pompă care se înfiletează într-un locaș filetat al aparatului. Instrumentele de construcție mai recentă se fixează pe trepied printr-un șurub simplu, prin intermediul unei plăci de tensiune ;

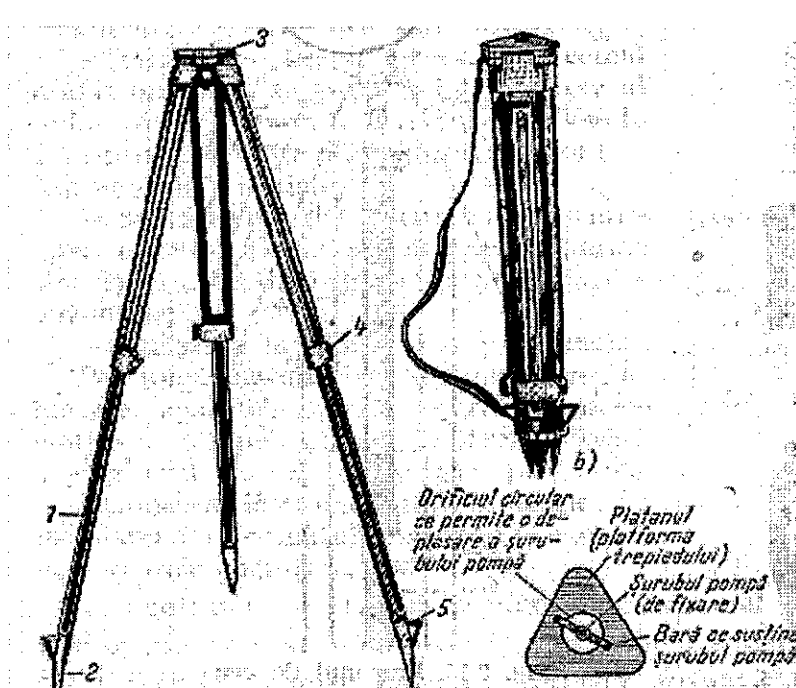


Fig. 17

- *cercul orizontal ( limbul )* este folosit pentru citirea unghiurilor orizontale. El este de fapt un disc de mărime variabilă ( 10 - 25 cm ) de la aparat la aparat. Pe partea superioară este îngropat în disc un cerc metalic gradat, pe care se citesc unghiurile orizontale.;
- *cercul alidad* care este de fapt un disc încovoiat, concentric și paralel cu limbul, numit cerc alidad. Rolul acestui cerc este de a proteja limbul și de a susține furcile alidadei precum și părțile auxiliare : luneta și microscopul pentru citiri , precum și una sau mai multe nivele ;
- *cercul vertical ( eclimetrul )* servește la măsurarea unghiurilor verticale având și el un disc cu un cerc metalic îngropat, pe care se pot citi unghiurile verticale. Citirea unghiurilor atât la cercul vertical cât și la cercul orizontal se face pe cercuri gradate, care pot fi sexagesimale ( când cercul este împărțit în  $360^{\circ}$  ), sau centezimale ( când cercul este împărțit în  $400^{\circ}$  ). Citirea se face în dreptul unui indice de zero. Întrucât cele mai mici diviziuni gradate pe cerc sunt de obicei de 20 sau 25 minute, teodolitele sunt prevăzute cu dispozitive auxiliare ( scăriță,

vernier, etc. ) care permit citiri cu o precizie de zece ori mai mare, adică de 2 minute sau de 1 minut.

- *luneta* servește la vizarea punctelor ( semnalelor ). Operația este favorizată de faptul că luneta mărește imaginea semnalului vizat și de faptul că are bine materializată axa de viză. Partea optică a lunetei este formată dintr-un grup de lentile obiectiv, un grup de lentile ocular și eventual un grup de lentile de focusare. Axa de viză a lunetei este determinată de centrul optic al obiectivului și de centrul firelor reticulare ce se găsesc în reticul. Firele reticulare sunt fire subțiri singulare sau duble, gravate în cruce pe o plăcuță de sticlă ( Fig. 18 ). Ele sunt dispuse unul orizontal ( fir nivelor ) și altul vertical ( fir principal ) într-o montură ce permite deplasarea lor laterală. Mai există câte două fire paralele cu firul orizontal sau cu firul vertical, fire care se folosesc la măsurarea distanțelor pe cale indirectă și care se numesc fire stadimetrice.

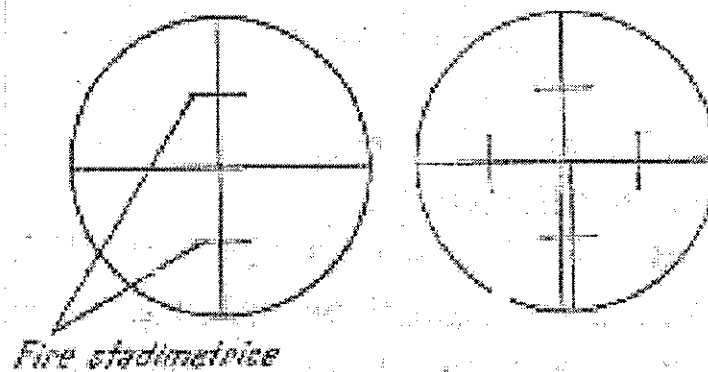


Fig. 18

Punerea la punct a lunetei astfel încât să se poată viza un semnal decurge astfel :

- luneta se îndreaptă spre cer ( spre un fond incolor ) și se acționează de ocular prin mici mișcări de rotire până se obține o imagine perfect clară a firelor reticulare ;
- luneta se îndreaptă în direcția punctului ( semnalului ) care trebuie vizat și se acționează de șurubul lentilei de focusare până când imaginea semnalului se formează perfect clară peste firele reticulare care și ele trebuie să se vadă clare. Dacă s-a obținut imaginea clară a semnalului, însă nu și a firelor reticulare, operația se repetă ;
- *nivele de calare* pot fi nivele torice sau nivele sferice. Nivela torică se compune dintr-o fiolă de sticlă sub formă de tor, în care s-a introdus un lichid foarte fluid astfel încât să mai rămână o bulă de aer. Fiola este gradată simetric față de mijlocul ei, gradațiile fiolei servind la aducerea bulei între repere. Când bula ocupă poziția mediană cea mai înaltă ea este între repere și indică orizontalitatea. Uneori o nivelă poate fi montată astfel încât atunci când bula ei este între repere să indice verticalitatea piesei sau a aparatului. Nivele sferică ( Fig. 19 ) este mult mai puțin sensibilă și servește pentru calări aproximative, precum și la calarea aparatelor expeditiv ;

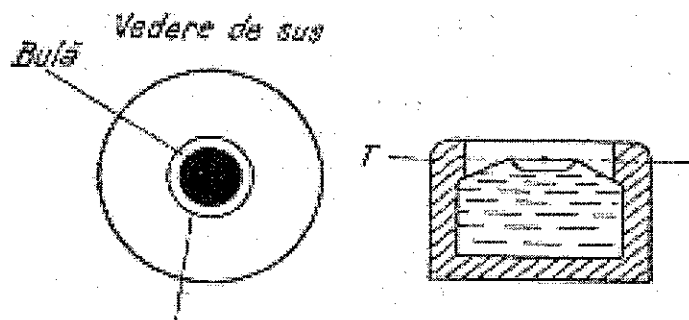


Fig. 19

Prin așezarea instrumentului în stație se înțelege instalarea lui în poziție de lucru și acest lucru presupune : așezarea pe punct a teodolitului și calarea lui .

Operațiile decurg în felul următor : mai întâi se instalează trepiedul deasupra punctului, așa încât platforma să fie aproximativ orizontală . Apoi se deplasează platforma astfel ca centrul său să fie adus aproximativ pe verticala punctului, dată de firul cu plumb. În continuare se fixează trepiedul prin apăsare pe urechile saboșilor de la picioarele telescopice, se scoate teodolitul din cutie, se așează teodolitul pe platforma trepiedului și se prinde de platformă cu ajutorul șurubului pompă. După așezarea pe punct a teodolitului urmează operația de calare care înseamnă orizontalizarea aparatului, adică aducerea lui în stare de funcționare pentru executarea măsurătorilor. Un teodolit este în stare de funcționare atunci când are axa principală verticală, ceea ce determină orizontalizarea limbului. Calarea se face cu ajutorul nivelei torice care este fixată pe alidadă. Dacă aparatul este dotat și cu o nivelă sferică, se va face mai întâi o calare aproximativă cu aceasta, acționându-se din cele trei șuruburi de calare.

Calarea propriu-zisă cu nivela torică se face astfel : se rotește partea superioară a aparatului ( alidada ), în jurul axei principale, până când nivela este paralelă cu linia imaginată care unește două șuruburi de calare. Se acționează simultan din cele două șuruburi de calare 1 și 2, fie amândouă spre interior fie amândouă spre exterior până bula nivelei este adusă între repere. Apoi se rotește alidada în așa fel încât nivela să fie adusă într-o poziție perpendiculară pe prima. Bula va fi adusă din nou între repere, acționând cel de-al treilea șurub de calare. Operația se repetă până când bula nivelei rămâne între repere, în orice poziție s-ar roti alidada, adică în orice poziție s-ar afla nivela față de șuruburile de calare.

Dacă în poziția 0 și  $100^{\circ}$  bula este între repere, însă în poziția  $200^{\circ}$ , bula nu se menține între repere, înseamnă că nivela nu este rectificată și implicit că axa sa principală nu este verticală. Verticalizarea axei principale se face progresiv, o dată cu operația de rectificare a nivelei. Rectificarea nivelei presupune execuția calării după procedeul amintit și apoi rotirea alidadei cu încă  $100^{\circ}$  față de poziția a doua din cadrul calării, ceea ce înseamnă  $200^{\circ}$  față de prima poziție . În această poziție se aduce din nou bula între repere prin două mișcări, prima mișcare fiind realizată din șuruburile 1 și 2 și va anula jumătate din deplasarea bulei față de reperele centrale. Cealaltă jumătate din deplasarea bulei este anulată cu ajutorul șurubului de rectificare a nivelei. Operația se repetă până când calajul se păstrează în orice poziție a alidadei. Precizez că nu se fac măsurători cu un teodolit dacă el nu a fost așezat în stație, deoarece apar erori în măsurătorile pe care le executăm.

## CAP. 6 - MĂSURAREA DISTANTELOR PE CALE INDIRECTĂ

Măsurarea pe cale indirectă a distanțelor se practică în terenurile accidentate, mlăștinoase sau în cele acoperite cu ape. Această măsurare pe cale indirectă se mai numește și măsurare pe cale optică. Precizia de măsurare pe cale indirectă a distanțelor este în general mai mică decât precizia măsurării pe cale directă, dar suficientă pentru foarte multe categorii de lucrări topografice.

Pentru a putea executa măsurări de distanțe pe cale indirectă avem nevoie de două elemente :

- Aparat topografic care să aibă în luneta să fire stadimetrice
- Stadie

*Stadiile* ( mirele ) sunt instrumente topografice construite din una sau două rigle pliante sau telescopice, gradate metric. Lungimea stadiilor este de 3 sau 4 m, lățimea de 8 - 10 cm, iar grosimea de circa 1 - 2 cm. Gradațiile sunt făcute în așa fel încât să se poată citi foarte ușor și precis. În general fondul este alb, iar centimetrii sunt vopsiți în negru pe un metru și în roșu pe metrul următor. Stadiile pot fi atât verticale cât și orizontale, dar cele mai răspândite sunt cele care se țin în poziție verticală. Deoarece imaginea apare inversă prin lunetă, pentru a putea citi direct scrisul este răsturnat. Pentru realizarea verticalității stadiile sunt prevăzute fie cu un fir cu plumb, fie cu nivele sferice. Stadiile care se țin în poziție orizontală au nevoie de trepiede speciale. Pe stadiie decimetrii sunt numerotați, centimetrii sunt grupați câte 5 sau câte 2 spre a ușura numărarea lor, respectiv citirea, iar milimetrii se aproximează vizual. ( Fig. 20 )

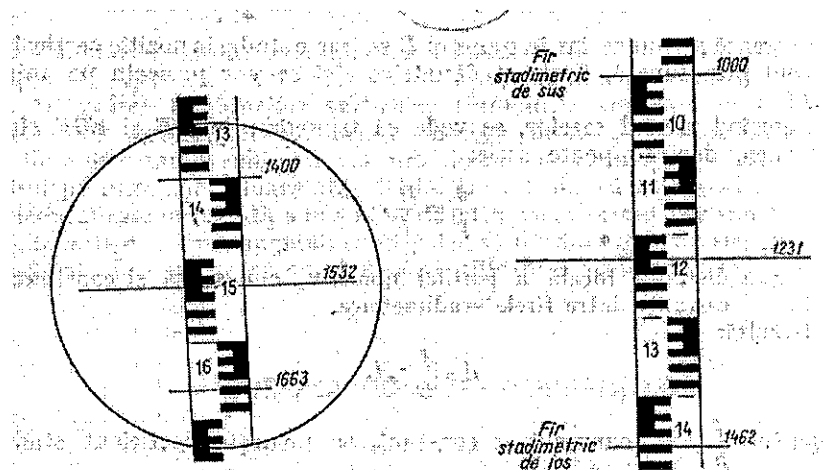


Fig. 20

*Aparatele topografice* cu care se pot face măsurători de distanțe pe cale indirectă sunt teodolitele și busolele topografice. Acestea trebuie să fie dotate cu lunete prevăzute cu fire stadimetrice. Teodolitele care au lunete cu fire stadimetrice se mai numesc teodolite - tahimetru sau mai simplu tahimetre.

Pentru a măsura o distanță pe cale indirectă așezăm la un capăt al distanței tahimetrul, iar la celălalt capăt stadia în poziție verticală. Pentru ca rezultatul să aibă o bună precizie este nevoie să respectăm câteva reguli :

- se vizează la stadiie cu firul reticular orizontal exact la înălțimea aparatului, înălțime care se măsoară cu o ruletă topografică ;

- se face citirea numărului generator pe stadie după ce din șurubul de mică amplitudine a mișcării verticale a lunetei se aduce firul stadimetric de jos (dinspre sol) în coincidență cu cea mai apropiată gradație decimetrică rotundă. Citirea la firul stadimetric superior se face aproximându-se fracțiunile de centimetru, adică milimetrii. Numărul generator se obține făcând scăderea celor două citiri făcute pe stadie în dreptul celor două fire stadimetrice.
- se face citirea unghiului vertical la eclimetru

Distanța măsurată pe cale indirectă atunci când se folosesc lentile analitice (în momentul de față folosite aproape la toate aparatele) se poate obține cu ajutorul formulei :

$$D = K \times H \text{ în care :}$$

H - numărul generator

K - constanta stadimetrică care în mod frecvent are valoarea de 100 (sunt foarte rare aparatele cu K = 200 sau cu K = 50)

Relația de mai sus își păstrează valabilitatea atunci când axa de viză cade perpendicular pe stadie. În practică, acesta este un caz particular, deoarece stadia se ține totdeauna vertical, axa de viză nu poate fi perpendiculară pe stadie decât dacă viza este orizontală, adică în teren orizontal. De aceea atunci când axa de vizare nu este perpendiculară pe stadie se folosește relația :  $D = K \times H \times \cos \Phi$ , unde prin  $\Phi$  a fost notat unghiul de pantă.

Pentru reducerea la orizont a distanțelor măsurate pe cale indirectă, trebuie să ținem cont și de panta terenului în care a avut loc măsurarea distanței respective. Astfel pentru un teren orizontal reducerea distanței la orizont nu se face deoarece distanța măsurată este egală cu cea redusă la orizont. Pentru terenurile cu pantă distanța redusă la orizont ( $D_1$ ) se obține cu formula :

$$D_1 = K \times H \times \cos^2 \Phi$$

$D_1$  - distanța redusă la orizont

K - constantă stadimetrică

H - număr generator

$\Phi$  - unghiul de pantă

În cazul măsurării distanțelor pe cale indirectă, erorile care afectează precizia de măsurare sunt :

- eroarea de evaluare a poziției firelor stadimetrice pe stadie;
- eroarea de gradație a stadii ;
- eroarea de citire a numărului generator ;
- eroarea de verticalitate a stadii ;

Toleranțele pentru măsurarea distanțelor pe cale indirectă în terenuri forestiere sunt date de instrucțiunile în vigoare, dar în general se admite o diferență de 20 cm pe distanțe până la 100 m.

## CAP. 7 - CITIREA UNGHIURILOR

Citirea unghiurilor se face pe cercurile gradate, a căror gradație poate fi în sistem sexagesimal, când cercul este împărțit în  $360^{\circ}$ , sau centesimal când cercul este împărțit în  $400^{\circ}$ .

X **Teodolitele cu vernier** ( Fig. 21 ) au în componența lor un vernier care este de fapt o riglă circulară de argint, gradată cu diviziuni egale ca mărime. Diviziunile vernierului sunt ceva mai mici decât ale cercului pe care se aplică vernierul, astfel încât  $n$  diviziuni de pe vernier corespund cu  $n-1$  diviziuni de pe cercul gradat. ( limb sau eclimetru ). Citirea la teodolitele cu vernier se face astfel :

- se stabilește sistemul de gradare al cercului pe care se face citirea
- se citesc pe cerc gradele și minutele până în dreptul diviziunii 0 a vernierului
- se stabilește precizia aparatului prin împărțirea celei mai mici diviziuni de pe cerc la numărul de diviziuni ale vernierului (  $p = e/n$  )
- se numără gradația de pe vernier care corespunde cu una de pe cerc
- se adaugă la prima citire pe cerc un produs rezultat din înmulțirea preciziei cu numărul diviziunii de pe vernier care corespunde cu una de pe cerc

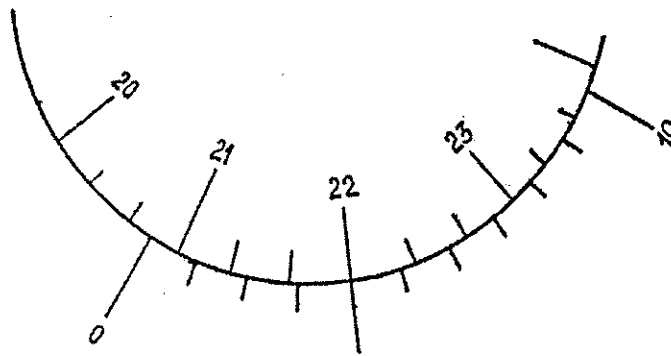


Fig. 21

$$\text{Precizia} = 20' : 10 = 2'$$

$$\text{Citirea este : } 20^{\circ} 40' + 4 \times 2' = 20^{\circ} 48'$$

Sistemul de gradare al cercului este sexagesimal

X **Teodolitele cu scăriță** ( Fig. 22 ) au în componența lor un microscop cu scăriță amplasat între ocular și obiectiv. La microscopul cu scăriță se găsește fixată într-un cadru metalic o lamelă de sticlă pe care este gradată o scăriță. Lungimea acestei scărițe se vede o dată cu imaginea mărită a cercului gradat. Planul scăriței este astfel potrivit încât lungimea ei totală, formată din " $n$ " diviziuni egale, coincide perfect cu o diviziune de pe cerc. Sensul de creștere al gradațiilor pe scăriță este invers față de sensul de creștere al gradațiilor de pe cerc. Diviziunea "0" de pe scăriță este uneori marcată doar printr-o linie ceva mai lungă decât celelalte gradații ale scăriței. Citirea la teodolitele cu scăriță se face astfel :

- se stabilește sistemul de gradare al cercului pe care se face citirea
- se citesc gradele și minutele peste care s-a suprapus scărița
- se stabilește precizia, împărțind cea mai mică diviziune de pe cerc la numărul de diviziuni ale scăriței

- se numără a câtea diviziune de pe scăriță corespunde cu o diviziune de pe cerc
- se înmulțește precizia cu numărul diviziunii de pe scăriță care corespunde cu o diviziune de pe cerc
- se adaugă la citirea inițială făcută pe cerc, un produs rezultat din înmulțirea preciziei cu numărul diviziunii de pe scăriță care corespunde cu una de pe cerc

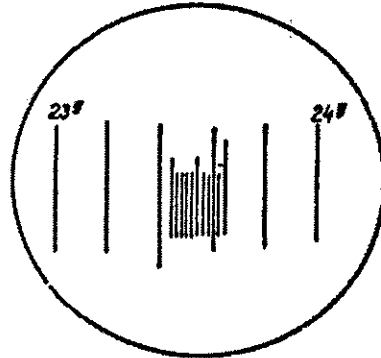


Fig. 22

$$\text{Precizia} = 20^{\circ} : 10 = 2^{\circ}$$

$$\text{Citirea este : } 23^{\circ} 60' + 2 \times 2^{\circ} = 23^{\circ} 64'$$

Sistemul de gradare al cercului este centesimal

### Teodolitele cu coincidență ( Fig. 23 )

au ca element specific în componența lor un microscop, care se găsește pe luneta teodolitului, microscop în care apar față în față prin suprapunere optică două regiuni diametral opuse ale cercului. Imaginile sunt despărțite de o linie orizontală, una dintre imagini având scrisul drept iar cealaltă scrisul răsturnat. În microscop apar și gradațiile unui micrometru optic pe care se pot citi minute și secunde. Teodolitul mai dispune și de o rozetă care poate să transfere imaginea de pe un cerc pe altul. Înainte de a face citirea este necesar să realizăm coincidența dintre gradațiile scrise drept și cele scrise răsturnat și acest lucru este posibil cu ajutorul unei rozete de coincidență. După realizarea coincidenței citirea se face astfel :

- se citesc gradele scrise drept pentru care avem în dreapta lor, corespondent scris răsturnat și diferit cu  $200^{\circ}$ ;
- se adaugă la gradele citite, minute, reprezentând jumătate din valoarea intervalului dintre gradele citite și corespondentul lor scris răsturnat și diferit cu  $200^{\circ}$ ;
- se adaugă la gradele și minutele citite anterior, citirea de pe micrometru. La micrometru se citesc minute și secunde. Citirea la micrometru se face până în dreptul reperului de citire, citindu-se numărul din stânga reperului de citire. Prima cifră din numărul citit pe micrometru reprezintă minute, iar a doua cifră din numărul citit pe micrometru reprezintă zeci de secunde. La zecile de secunde rezultate, se mai adaugă secunde citite direct pe micrometru până în dreptul reperului de citire.
- citirea finală rezultă dacă adunăm la citirea de pe cerc, citirea făcută pe micrometrul optic



Citirea este :

$$\begin{array}{r} 3^{\text{g}} 40^{\circ} \quad + \quad (\text{citire la cerc}) \\ \underline{5^{\circ} 16^{\text{cc}}} \quad (\text{citire la micrometru}) \\ 3^{\text{g}} 45^{\circ} 16^{\text{cc}} \end{array}$$

Sistemul de gradare al cercului este centesimal

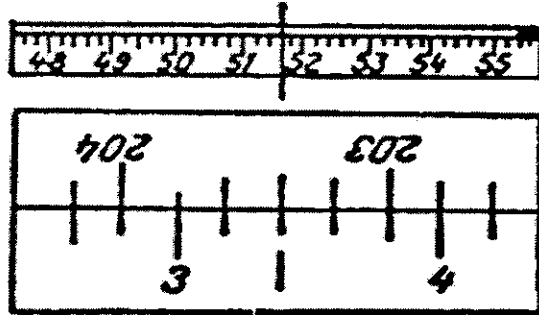


Fig. 23

## CAP. 8 - MĂSURAREA UNGHIURILOR

*Măsurarea unghiurilor orizontale prin diferența citirilor (Fig. 24)*

Unghiurile orizontale pot fi măsurate prin mai multe metode, iar una dintre metode este metoda de măsurare prin diferența citirilor făcute pe cele două vize, cu luneta într-o singură poziție, făcându-se diferența citirilor pe cele două vize care determină unghiul dintre laturi.

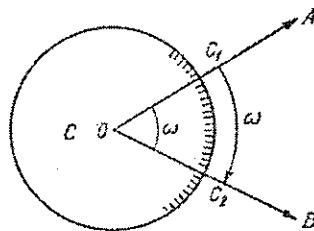


Fig. 24

$$\omega = C_2 - C_1$$

Determinarea unghiului se face staționând cu aparatul o singură dată în punctul C .i se vizează pe rând la cele două direcții materializate pe teren cu jaloane. La fiecare vizare se face citirea la cercul orizontal Vizarea citirea se face dirijând luneta spre direcția A care este semnalizată cu un jalon. În momentul în care semnalul A a apărut în câmpul lunetei, se strâng șuruburile de presiune ale mișcării generale, cât și ale mișcării particulare. În momentul în care firul reticular vertical este suprapus peste

semnal, se citește pe limb și apoi se vizează semnalul din B și se face citirea din nou la limb. Unghiul orizontal se obține prin diferența citirilor pe cele două vize.

#### *Metoda turului de orizont (fig. 25)*

Metoda turului de orizont se bazează pe măsurarea mai multor unghiuri adiacente dintr-un singur punct de stație.

În vederea executării turului de orizont este necesar să semnalizăm punctele care determină vizele între care vom determina unghiurile orizontale.

Pentru unghiurile din turul de orizont, măsurarea unghiurilor s-a făcut și în poziția a doua a lunetei, adică cu luneta dată peste cap și aparatul rotit cu  $200^g$ , așa cum se va vedea la metoda turului de orizont.

Instrumentele folosite la măsurarea unghiurilor au fost :

- busola tahimetrică
- jaloane

Nu se pot executa măsurători cu busola tahimetrică, dacă în prealabil ea nu a fost orizontalizată. Această lucrare de orizontalizare a busolei tahimetrice, care se mai numește și așezarea în stație a aparatului, include două categorii de lucrări :

- centrarea pe punct
- calarea aparatului

Prin așezarea instrumentului în stație se înțelege instalarea lui în poziție de lucru, adică exact pe punctul matematic marcat la sol cu țărș și orizontalizarea aparatului pentru a nu avea erori la măsurători.

Centrarea pe punct este prima lucrare din cadrul lucrării de așezare în stație a aparatului și include instalează trepiedul deasupra punctului, astfel încât firul cu plumb să cadă chiar pe punctul matematic marcat cu țărș, concomitent cu orizontalizarea aproximativă a plăcii trepiedului, placa pe care se va așeza apoi aparatul.

După centrarea pe punct se execută calarea aparatului cu ajutorul celor trei șuruburi de calare, așezate la  $120^0$  unul de celălalt, lucrare prin care se realizează o perfectă orizontalizare a aparatului, adică aparatul este adus în stare de funcționare în vederea executării măsurătorilor

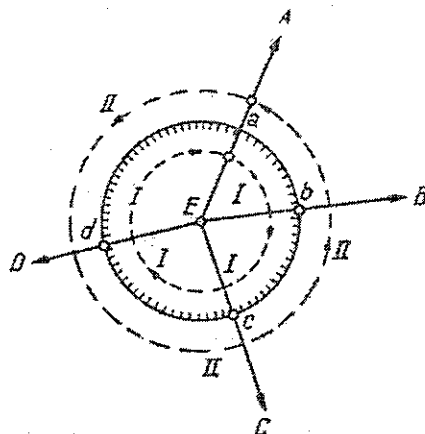
Un teodolit este în stare de funcționare atunci când axa principală este verticală, ceea ce determină orizontalizarea limbului. Calarea se face cu ajutorul nivelei torice care este fixată pe alidadă. Dacă aparatul este dotat și cu o nivelă sferică, se va face mai întâi o calare aproximativă cu aceasta, acționându-se din cele trei șuruburi de calare.

Calarea propriu-zisă cu nivela torică se face astfel : se rotește partea superioară a aparatului ( alidada ) , în jurul axei principale , până când nivela este paralelă cu linia imaginară care unește două șuruburi de calare. Se acționează simultan din cele două șuruburi de calare 1 și 2 , fie amândouă spre interior fie amândouă spre exterior până bula nivelei este adusă între repere. Apoi se acționează din al treilea șurub de calare până bula de la a doua nivelă este adusă între reperele centrale. Operația se repetă până când bula nivelei rămâne între repere , în orice poziție s-ar roti alidada, adică în orice poziție s-ar afla nivela față de șuruburile de calare.

Unghiurile orizontale dintre laturi au fost măsurate cu luneta într-o singură poziție, prin diferența citirilor făcute pe limb pe cele 2 direcții care au fost în prealabil semnalizate cu semnale topografice de tipul jaloanelor.

Schema de principiu pentru determinarea unghiurilor orizontale, când ele se măsoară prin diferența citirilor pe cele două vize, cu luneta într-o singură poziție, este ilustrată prin desenul de mai jos :

*Schema măsurării unghiurilor orizontale în tur de orizont*



**Fig. 25**

Întotdeauna se alege ca viză de plecare în turul de orizont, punctul în care semnalul se vede cel mai bine ( pentru acest proiect punctul A ). Se vizează în tur de orizont cu luneta în poziția I vizând toate punctele adică A, B, C, D, A și apoi cu luneta în poziția a II – a din nou toate punctele, dar vizarea se face în sens invers adică A, D, C, B, A iar în final eroarea care apare între viza de plecare și viza de închidere pentru fiecare tur , nu trebuie să fie mai mare decât toleranța.

Toleranța se calculează cu relația :

$$T = p\sqrt{n}$$

în care :

p este precizia aparatului  
n este numărul de vize.

Numărul maxim de vize admis într-un tur de orizont este de maxim 12 – 15 vize

Datele se înscriu într-un carnet de inventariere care are următoarele coloane :

- punct de stație
- punct vizat
- citiri poziția I
- citiri poziția a II – a
- citiri medii
- compensări
- citiri medii compensate

- schița

În carnetul de teren citirile de la turul I se completează în rubrica respectivă de sus în jos, iar pentru turul II în rubrica turului II de jos în sus, astfel :

*Măsurarea unghiurilor și compensarea lor în stație*

Punct de stație	Punct vizat	Citiri		Citiri medii	Compensări în stație	Citiri medii compensate
		Poz. I	Poz. II			
E	A	72 <sup>g</sup> 36 <sup>c</sup>	272 <sup>g</sup> 38 <sup>c</sup>	72 <sup>g</sup> 37 <sup>c</sup>	0 <sup>cc</sup>	72 <sup>g</sup> 37 <sup>c</sup>
	B	122 <sup>g</sup> 45 <sup>c</sup>	322 <sup>g</sup> 47 <sup>c</sup>	122 <sup>g</sup> 46 <sup>c</sup>	-25 <sup>cc</sup>	122 <sup>g</sup> 45 <sup>c</sup> 75 <sup>cc</sup>
	C	165 <sup>g</sup> 60 <sup>c</sup>	365 <sup>g</sup> 61 <sup>c</sup>	165 <sup>g</sup> 60 <sup>c</sup> 50 <sup>cc</sup>	-50 <sup>cc</sup>	165 <sup>g</sup> 60 <sup>c</sup>
	D	245 <sup>g</sup> 75 <sup>c</sup>	45 <sup>g</sup> 77 <sup>c</sup>	245 <sup>g</sup> 76 <sup>c</sup>	-75 <sup>cc</sup>	245 <sup>g</sup> 75 <sup>c</sup> 25 <sup>cc</sup>
	A	72 <sup>g</sup> 37 <sup>c</sup>	272 <sup>g</sup> 39 <sup>c</sup>	72 <sup>g</sup> 38 <sup>c</sup>	-100 <sup>cc</sup>	72 <sup>g</sup> 37 <sup>c</sup>

Pentru determinarea unghiurilor se fac anumite calcule. Astfel se face media citirilor, apoi compensarea vizelor, adică egalizarea vizei de închidere cu viza de plecare, prin corectarea tuturor unghiurilor cu valoarea raportului e/n, respectiv corectarea progresiva a vizelor

Pentru determinarea unui unghi se scad valorile corectate ale vizelor care formează unghiul respectiv.

Exemplific în acest sens modul cum se poate determina unghiul orizontal dintre direcțiile 1A și direcția 1B, unghi pe care îl notez cu  $\Phi_1$  :

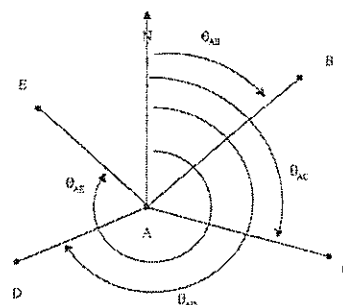
$$\Phi_1 = 122^g45^c75^{cc} - 73^g37^c = 49^g08^c75^{cc}$$

## Cap. 9 MĂSURAREA ORIENTĂRILOR

Orientarea unei direcții sau azimutul ei cum se mai poate defini, reprezintă unghiul măsurat în sens orar, de la direcția NORD, la cea direcția din teren

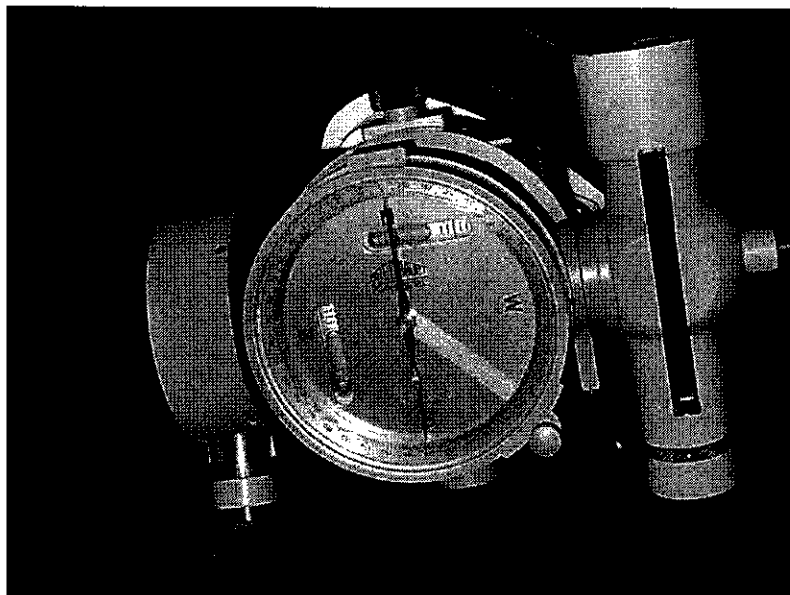
Orientarea unei direcții se notează cu litera grecească  $\Theta$  având ca indice direcția la care se referă .

Exemplific în acest sens prin desenul alăturat, orientările a 4 direcții, din care se poate observa modul de notare și faptul că ele reprezintă unghiul format de direcția NORD, cu o direcție din teren..



Instrumentele folosite pentru măsurarea orientărilor se numesc busole topografice ( fig. 26 ). Pentru determinarea orientării direcției AB, cu ajutorul unei busole topografice, este necesar să vizăm jalonul din punctul A, prin suprapunerea firului reticular vertical pe mijlocul jalonului, iar apoi orientarea direcției AB se citește direct pe busolă în dreptul capătului Nord al acului magnetic.

*Busola tahimetrică*



**Fig. 26**

Inițial jalonul este prins în câmpul vizual al lunetei, iar apoi din șurubul de fină mișcare este adus firul reticular vertical chiar pe mijlocul jalonului și numai după aceea se face citirea orientării.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bos N. – Topografie, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1993
2. Costachel, A. Mihail, D. Cristescu – Topografie – Tipografia si Litografia Ministerului Invatamantului, Bucuresti
3. Rusu A. – Topografie forestiera, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti
4. Rusu A., Bos N., Kiss A. – Topografie- Geodezie, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1992
5. Ursea V. - Topografie generala, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti
6. Ursea V., E. Hanning, D. Brosteanu – Topografie, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti