

TOPOGRAFIE GENERALĂ
Conf. dr. MANEA RALUCA

CUPRINS

CAPITOLUL 1 MĂSURĂTORILE TERESTRE - NOȚIUNI GENERALE	4
1.1 Obiectul și ramurile măsurătorilor terestre	4
1.2 Suprafețe terestre	4
1.3 Suprafețe de proiecție	6
1.4 Elementele topografice ale terenului	6
1.4.1 Elementele topografice ale terenului în plan vertical	6
1.4.2 Elementele topografice ale terenului în plan orizontal	7
1.5 Unități de măsură	8
1.6 Tipuri de coordonate ce definesc punctul și legătura dintre ele	8
1.6.1 Transformarea din coordonate rectangulare în coordonate polare	8
1.6.2 Transformarea din coordonate polare în coordonate rectangulare	9
1.7 Aplicații numerice	10
CAPITOLUL 2 HĂRȚI ȘI PLANURI	12
2.1 Definiții	12
2.2 Clasificarea hărților și planurilor în funcție de scară	12
2.3 Scara hărților și planurilor	12
2.3.1 Scara numerică	12
2.3.2 Scara grafică	14
2.4 Elementele planurilor și hărților	15
2.4.1 Caroiajul geografic	15
2.4.2 Caroiajul rectangular	16
2.4.3 Semne convenționale	16
2.5 Problemă rezolvată	21
2.6 Probleme propuse spre rezolvare	24
CAPITOLUL 3 INSTRUMENTE ȘI METODE DE MĂSURAT UNGHIURI ȘI DISTANȚE	26
3.1 Teodolitul - generalități	26
3.2 Schema generală a teodolitolui	26
3.3 Axele teodolitolui	28
3.4 Părțile componente ale teodolitolui	29
3.4.1 Luneta	29
3.4.2 Cercurile teodolitolui	30
3.4.3 Dispozitive de citire unghiulară	30
3.4.4 Nivelele teodolitolui	31
3.5 Instalarea aparatului în stație	32
3.5.1 Centrarea	32
3.5.2 Calarea	32
3.5.3 Vizarea	33
3.6 Tahimetre electronice	34
3.6.1 Principii utilizate la măsurarea electro – optică a distanțelor	34
3.6.2 Prezentarea generală a unei stații totale	34
3.7 Măsurarea unghiurilor orizontale	36
3.7.1 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda diferențelor de citiri (simplă)	36
3.7.2 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda în tur de orizont	37
3.7.3 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda repetiției	38
3.7.4 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda reiterației	39
3.8 Măsurarea unghiurilor verticale	39
3.9 Măsurarea directă a distanțelor	40
3.9.1 Instrumente utilizate la măsurarea directă a distanțelor	40
3.9.2 Modul de măsurare a distanțelor pe teren	40

3.10	Probleme propuse spre rezolvare	41
	CAPITOLUL 4 RIDICĂRI PLANIMETRICE	42
4.1	Definiții și clasificări	42
4.2	Proiectarea rețelelor de drumuire	43
4.3	Operații de teren	44
4.4	Drumuirea planimetrică sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute	45
4.5	Drumuirea planimetrică sprijinită la capete – problemă rezolvată	48
4.6	Ridicarea planimetrică a detaliilor	52
	4.6.1 Metoda coordonatelor polare	52
	4.6.2 Metoda coordonatelor rectangulare (terenuri cu panta mai mică de 5 ^o)	54
	CAPITOLUL 5 NIVELMENT	56
5.1	Nivelment geometric	56
	5.1.1 Nivelment geometric de mijloc	56
	5.1.2 Nivelment geometric de capăt	57
5.2	Metoda radierii de nivelment geometric de mijloc	58
	5.2.1 Metoda cotei punctului de capăt	58
	5.2.2 Metoda cotei de la punct la punct	59
	5.2.3 Metoda cotei planului de vizare	59
5.3	Nivelment trigonometric	60
5.4	Probleme rezolvate	62
5.5	Drumuirea de nivelment geometric de mijloc sprijinită la capete	64
5.6	Problemă rezolvată - Drumuire de nivelment geometric sprijinită la capete	66
5.7	Probleme propuse spre rezolvare	68
	CAPITOLUL 6 METODE DE CALCUL A SUPARFEȚELOR	70
	CAPITOLUL 7 NIVELMENTUL SUPRAFETELOR	77
	BIBLIOGRAFIE	82

CAPITOLUL 1 MĂSURĂTORILE TERESTRE - NOȚIUNI GENERALE

1.1 Obiectul și ramurile măsurătorilor terestre

Topografia face parte dintr-un grup de științe și tehnici numite la modul general măsurători terestre, care se ocupă de studiul – determinarea formelor și dimensiunilor Pământului în ansamblul său, sau pe porțiuni de teren – precum și de reprezentarea acestora pe hărți și planuri.

Măsurătorile terestre au evoluat alături de alte științe ca: matematica, fizica, astronomia, mecanica cerească și electronica, care au permis dezvoltarea instrumentelor de măsurare precum și a metodelor de prelucrare a măsurătorilor.

- Evoluția științifică a matematicii a permis dezvoltarea metodelor de prelucrare și interpretare a rezultatelor măsurătorilor;

- Fizica și electronica au oferit deschideri noi în domeniul aparatului utilizate la efectuarea măsurătorilor.

Măsurătorile terestre au o importanță deosebită atât în dezvoltarea științifică cât și în cea economică.

Ramurile mari ale măsurătorilor terestre sunt:

- geodezia;
- topografia;
- cadastrul;
- fotogrammetria;

Geodezia – este știința care studiază forma și dimensiunea Pământului, câmpul gravitațional în sistem tridimensional, în funcție de timp. În 1880, Helmert definește geodezia ca fiind: „*Știința măsurării și reprezentării Pământului*”. În cadrul acesteia există o serie de subramuri cum ar fi: astronomia geodezică, geodezia marină, geodezia inerțială, geodezia diferențială.

Topografia – este acea știință ce se ocupă cu măsurarea și reprezentarea suprafețelor relativ mici de teren, fără a ține seama de curbura Pământului. Denumirea derivă din cuvintele grecești *topos* = *loc* și *grapheim* = *a descrie*. Prin măsurătorile topografice se stabilesc pozițiile relative dintre diverse obiecte din teren și reprezentarea acestora pe planuri și hărți.

Cadastrul – este sistemul unitar și obligatoriu de evidență tehnică, economică și juridică, prin care se realizează identificarea, înregistrarea, descrierea și reprezentarea pe hărți și planuri cadastrale a tuturor terenurilor, precum și a celorlalte bunuri imobile de pe întreg teritoriul țării, indiferent de destinația lor și de proprietar.

Fotogrametria – cuprinde procedee pentru determinarea și reprezentarea suprafețelor de teren pe baza unor fotografii speciale numite fotograme obținute prin fotografierea terenului din avioane echipate adecvat. Caracteristica principală a acestei ramuri este aceea că nu execută măsurători pe teren ci pe imaginea fotografică a acestuia. Fotogrametria nu se aplică independent de alte discipline la întocmirea planurilor și hărților, ci împreună cu topografia, sprijinindu-se amândouă pe rețeaua geodezică.

1.2 Suprafețe terestre

Din punctul de vedere al măsurătorilor terestre, se definesc următoarele trei suprafețe (figura 1.1):

- suprafața topografică;
- geoidul;
- elipsoidul.

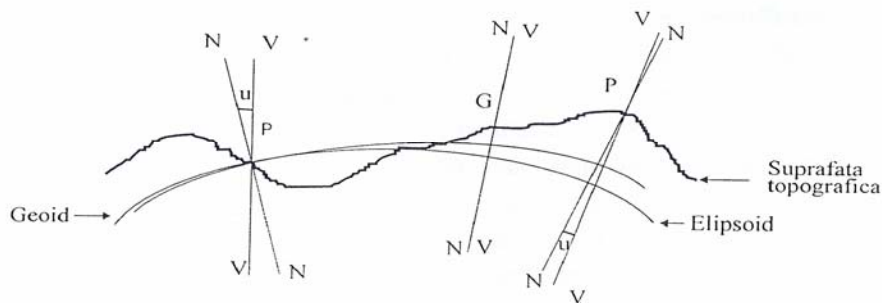


Figura 1.1 Suprafețe terestre

Suprafața topografică – este suprafața terenului natural, cu toate caracteristicile lui, așa cum va fi reprezentat pe hărți și planuri. Are forma neregulată și nu este geometrizată (nu are o formă matematică ce poate fi descrisă prin relații matematice).

Geoidul – este o suprafață echipotențială particulară a câmpului gravitațional terestru, asimilată cu suprafața liniștită a mărilor și oceanelor considerată prelungită pe sub mări și oceane. Are o formă ușor ondulată, fiind denumită suprafața de nivel zero și constituie originea în măsurarea altitudinilor punctelor de pe suprafața topografică a Pământului. Are o formă neregulată și nu este matematizat. Are proprietatea că în orice punct al său este perpendicular pe verticala VV, respectiv pe direcția accelerației gravitaționale, indicată de regulă de firul cu plumb.

Elipsoidul de revoluție – este suprafața geometrică cea mai apropiată de geoid rezultată prin rotirea unei elipse în jurul axei mici $2b$, iar axa mică este paralelă cu axa globului terestru.

De-a lungul timpului mai mulți matematicieni și geodezi au calculat diverși elipsoizi în încercarea de-a găsi parametrii optimi.

La ora actuală la noi în țară se folosește elipsoidul Krasovski care are următorii parametri:

$a = 6\,378\,245$ m – semiaxa mare

$b = 6\,356\,863$ m – semiaxa mică

$$f = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.3} \text{ - turtirea}$$

Correspondența punctelor de pe suprafața topografică pe elipsoid se face prin proiectarea punctului aflat pe suprafața terestră pe elipsoid prin intermediul normalei NN la elipsoid, iar punctul capătă coordonate geografice.

Coordonatele geografice sunt latitudinea și longitudinea.

Latitudinea – B_P este unghiul format de normala la elipsoid cu planul ecuatorului. Putem vorbi de latitudine nordică sau sudică în funcție de poziția punctului într-una din cele două emisfere. Pe ecuator latitudinea este zero.

Longitudinea – L_P este unghiul diedru dintre meridianul geodezic ce trece prin punct și meridianul de origine al elipsoidului de referință. Meridianul de origine zero este ales convențional cel ce trece prin observatorul astronomic de la Greenwich, de lângă Londra.

Sistemul de coordonate geografice are două familii de linii de coordonate:

Lat=const – familia paralelelor

Long=const – familia meridianelor

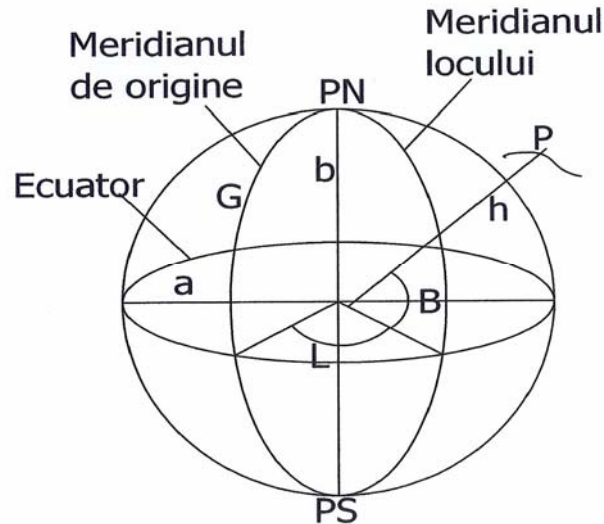


Figura 1.2 Elipsoidul de revoluție

Pentru România avem:

Latitudinea medie 46°N

Longitudinea medie 25° E Greenwich

1.3 Suprafețe de proiecție

Prin intermediul sistemelor de proiecție se face trecerea – prin procedee matematice – de la suprafața topografică la suprafața plană care este suportul hărții sau planului topografic. Se știe că o suprafață curbă (gen elipsoid, geoid) nu poate fi transpusă pe plan fără deformarea suprafețelor sau unghiurilor.

Pentru România sunt adoptate două sisteme de proiecție:

► Proiecția stereografică 1970 – STEREO 70 – cu plan secant unic în centrul geometric al teritoriului, respectiv zona orașului Făgăraș. Direcția nord geografic se alină pe axa X, iar axa Y este paralelă cu direcția ecuatorului.

► Proiecția Gauss – proiecție internațională, cilindrică, conformă, transversală – aceasta presupune divizarea elipsoidului în 36 de fuse de 6° fiecare. Acestea se desfășoară de-a lungul meridianului axial, pe un cilindru imaginar.

1.4 Elementele topografice ale terenului

Pentru a fi reprezentate pe planuri și hărți elementele ce sunt măsurate pe teren, este necesar să descompunem terenul în elemente liniare și unghiulare măsurabile. Această operațiune se numește geometrizarea terenului și constă în alegerea punctelor caracteristice de pe teren în așa fel încât prin unirea lor linia frântă care rezultă să dea cât mai exact forma terenului. Precizia hărților și planurilor depinde de această operațiune.

1.4.1 Elementele topografice ale terenului în plan vertical

Secționând terenul în plan vertical vom avea următoarele elemente liniare și unghiulare:

☞ aliniamentul AB – o linie sinuoasă, ce urmărește linia terenului natural, și rezultă din intersecția terenului cu planul vertical;

☞ distanța înclinată L_{AB} – este linia dreaptă ce unește punctele A și B;

- ☞ distanța redusă la orizont D_{AB} – este proiecția în plan orizontal a distanței înclinate și este distanța ce o vom reprezenta pe hărți și planuri;
- ☞ unghiul de pantă α_{AB} – este unghiul făcut de linia terenului natural cu proiecția sa în plan orizontal, este un unghi vertical;
- ☞ unghiul zenital Z_{AB} – este unghiul făcut de verticala locului cu linia naturală a terenului și este tot un unghi vertical;
- ☞ cotele punctelor A și B – H_A și H_B – sunt distanțele pe verticală de la planul de nivel zero la planurile orizontale ce trec prin punctele A și B;

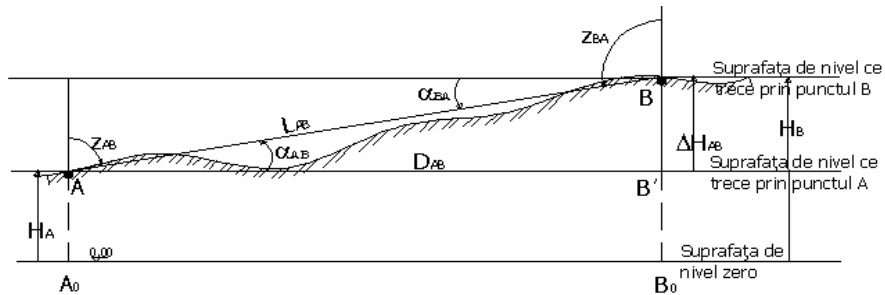


Figura 1.3 Elementele topografice ale terenului în plan vertical

1.4.2 Elementele topografice ale terenului în plan orizontal

- ☞ unghiul orizontal ω_{AB} – este unghiul diedru dintre planele verticale ce trec prin două aliniamente AB și AC;
 - ☞ distanța redusă la orizont D_{AB} – definită mai sus;
 - ☞ orientarea topografică θ_{AB} – este unghiul orizontal făcut de direcția nord geografic și direcția AB măsurat în sensul acelor de ceas, de la nord spre aliniamentul dat;
- În mod convențional se definește orientarea directă θ_{AB} și orientarea inversă θ_{BA} . Cele două orientări diferă cu 200° , adică:

$$\theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 200^\circ$$

În funcție de poziția punctelor în cele patru cadrane vom avea două situații:

dacă $\theta_{AB} < 200^\circ$ atunci $\theta_{BA} = \theta_{AB} + 200^\circ$

dacă $\theta_{AC} > 200^\circ$ atunci $\theta_{CA} = \theta_{AC} - 200^\circ$

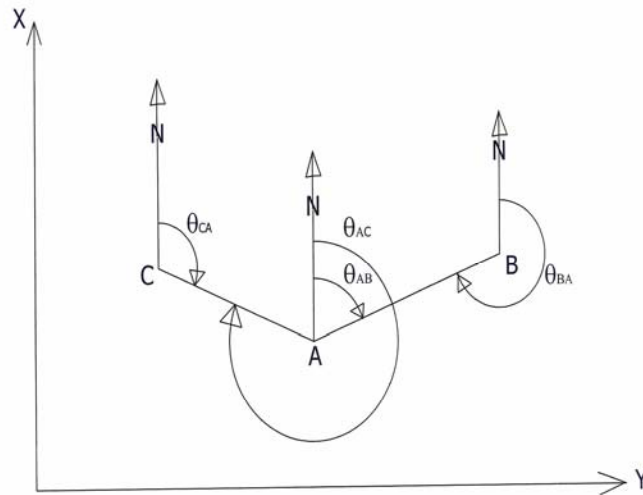


Figura 1.4 Definierea orientării

1.5 Unități de măsură

- ☞ Pentru lungimi – se folosește metrul (m) cu multiplii și submultiplii săi.
- ☞ Pentru suprafețe – se folosește metrul pătrat (m^2) cu multiplii și submultiplii. Cel mai uzual multiplu este hectometrul pătrat sau hectarul (ha). $1ha = 10\ 000\ m^2$.
- ☞ Pentru unghiuri – se folosește gradația centesimală, sexagesimală sau radiani. În topografie în mod uzual se folosește gradația centesimală.

Trecerea din sistemul sexagesimal în cel centesimal se face prin următoarea corespondență:

La cercul de 360° corespund 400^g

$$\begin{array}{ll} 1^\circ = 60'' & 1^g = 100^c \\ 1' = 60'' & 1^c = 100^{cc} \end{array}$$

Notațiile sunt g – pentru grad
c – pentru minute
cc – pentru secunde

1.6 Tipuri de coordonate ce definesc punctul și legătura dintre ele

Un punct pe suprafața terestră poate fi definit de trei tipuri de coordonate:

- ☞ coordonate geografice B_A și L_A – latitudine și longitudine
- ☞ coordonate rectangulare X, Y, H
- ☞ coordonate polare D și θ - distanța redusă la orizont și orientarea

1.6.1 Transformarea din coordonate rectangulare în coordonate polare

Dacă avem două puncte 1 și 2 definite de coordonatele rectangulare X_1 și Y_1 , respectiv X_2 și Y_2 le putem raporta într-un sistem de axe, sistemul STEREO 70 prin raportare carteziană.

Se observă că se formează triunghiul dreptunghic $122'$ în care ipotenuza este distanța redusă la orizont D_{12} iar catetele sunt diferența de coordonate pe X și pe Y. Aceste diferențe se numesc coordonate relative și se pot exprima astfel:

$$\Delta X_{12} = X_2 - X_1 \quad \text{și} \quad \Delta Y_{12} = Y_2 - Y_1$$

Tot aici se poate defini și unghiul dintre axa X și distanța D_{12} ca fiind orientarea θ_{12} conform definiției enunțate la paragraful 1.4.2

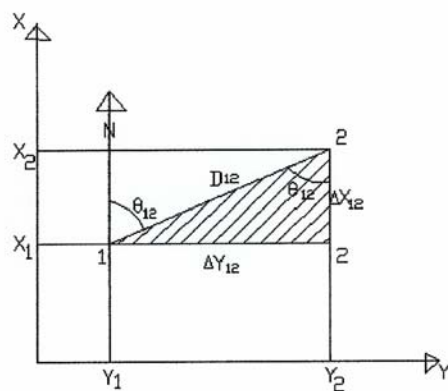


Figura 1.5 Calculul coordonatelor polare

Din acest triunghi dreptunghic putem calcula D_{12} și θ_{12}

$$D_{12} = \sqrt{\Delta X_{12}^2 + \Delta Y_{12}^2}$$

$$\operatorname{tg} \theta_{12} = \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad \text{sau} \quad \theta_{12} = \operatorname{arctg} \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

Notă!! Când calculăm orientarea trebuie să facem reducerea la primul cadran în funcție de semnele numitorului și numărătorului astfel:

$$\begin{matrix} + \\ + \end{matrix} \theta_{12} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}}$$

$$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \theta_{12} = 200^s - \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}}$$

$$\begin{matrix} - \\ - \end{matrix} \theta_{12} = 200^s + \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}}$$

$$\begin{matrix} - \\ + \end{matrix} \theta_{12} = 400^s - \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}}$$

Fiecare din cele patru situații reprezintă poziția orientării într-unul din cele patru cadrane ale cercului topografic.

Generalizând putem scrie următoarele relații de calcul pentru distanță și orientare:

$$D_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2}$$

$$\theta_{ij} = \operatorname{arctg} \frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i}$$

OBSERVAȚIE!

Dacă în calculul distanței se poate inversa ordinea termenilor în paranteză, neafectând rezultatul, parantezele fiind la pătrat, la calculul orientării trebuie respectată ordinea termenilor deoarece inversarea duce la schimbarea semnelor și implicit a cadranelui în care calculăm orientarea.

1.6.2 Transformarea din coordonate polare în coordonate rectangulare

Coordonatele relative ΔX_{12} și ΔY_{12} se pot calcula cu relațiile:

$$\Delta X_{12} = D_{12} \cos \theta_{12}$$

$$\Delta Y_{12} = D_{12} \sin \theta_{12}$$

Astfel coordonata X sau Y a unui punct poate fi calculată funcție de coordonata altui punct și coordonata relativă:

$$X_2 = X_1 + D_{12} \cos \theta_{12}$$

$$Y_2 = Y_1 + D_{12} \sin \theta_{12}$$

Generalizând putem scrie următoarele relații de calcul a coordonatelor:

$$X_j = X_i + D_{ij} \cos \theta_{ij}$$

$$Y_j = Y_i + D_{ij} \sin \theta_{ij}$$

Coordonatele relative se vor calcula cu trei zecimale având ca unitate de măsură metrul, pot avea semnul + sau - în funcție de cadranul în care se află orientarea. Coordonatele absolute se vor calcula tot cu trei zecimale având ca unitate de măsură tot metrul.

1.7 Aplicații numerice

Problema nr.1

Se dau coordonatele rectangulare pentru punctele 1,2,3,4

Se cere să se calculeze D_{12} , D_{23} , D_{34} , D_{41} și θ_{12} , θ_{23} , θ_{34} , θ_{41}

Pct	X (m)	Y(m)
1	1214	2346
2	1470	2655
3	1318	2793
4	1063	2574

$$D_{12} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} = \sqrt{256^2 + 309^2} = \sqrt{161017} = 401.269m$$

$$\theta_{12} = \arctg \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \arctg \frac{+309}{+256} = \arctg 1.2070313 = 55.9544$$

$$D_{23} = \sqrt{(X_2 - X_3)^2 + (Y_2 - Y_3)^2} = \sqrt{(-152)^2 + 138^2} = \sqrt{42148} = 205.299m$$

$$\theta_{23} = \arctg \frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2} = \arctg \frac{+138}{-152} = \arctg 0.90789 = 46.9290 = 200 - 46.9290 = 153.0709$$

$$D_{34} = \sqrt{(X_4 - X_3)^2 + (Y_4 - Y_3)^2} = \sqrt{(-255)^2 + (-219)^2} = \sqrt{112986} = 336.134m$$

$$\theta_{34} = \arctg \frac{Y_4 - Y_3}{X_4 - X_3} = \arctg \frac{-219}{-255} = \arctg 0.85882 = 45.1741 = 200 + 45.1741 = 245.1741$$

$$D_{41} = \sqrt{(X_1 - X_4)^2 + (Y_1 - Y_4)^2} = \sqrt{(151)^2 + (-228)^2} = \sqrt{74785} = 273.468m$$

$$\theta_{41} = \arctg \frac{Y_1 - Y_4}{X_1 - X_4} = \arctg \frac{-228}{+151} = \arctg 1.5099338 = 62.7603 = 400^\circ - 62.7603 = 337.2397$$

Problema nr.2

Se dau coordonatele absolute ale punctului 1, distanțele și orientările către punctele 2, 3, 4, 5

$$X_1 = 3407m, Y_1 = 1758m$$

$$D_{12} = 120,234m, \theta_{12} = 34,7856$$

$$D_{23} = 98,456m, \theta_{23} = 145,2658$$

$$D_{34} = 156,781m, \theta_{34} = 210,8973$$

$$D_{45} = 213,557\text{m}, \theta_{45} = 375,5126$$

Se cere să se calculeze coordonatele punctelor 2, 3, 4, 5

$$X_2 = X_1 + D_{12} \cos \theta_{12} = 3407 + 120,234 \cos 34,7856 = 3509,727 \text{ m}$$

$$Y_2 = Y_1 + D_{12} \sin \theta_{12} = 1758 + 120,234 \sin 34,7856 = 1820,476 \text{ m}$$

$$X_3 = X_2 + D_{23} \cos \theta_{23} = 3509,727 + 98,456 \cos 145,2658 = 3445,473 \text{ m}$$

$$Y_3 = Y_2 + D_{23} \sin \theta_{23} = 1820,476 + 98,456 \sin 145,2658 = 1895,075 \text{ m}$$

$$X_4 = X_3 + D_{34} \cos \theta_{34} = 3445,473 + 156,781 \cos 210,8973 = 3290,983 \text{ m}$$

$$Y_4 = Y_3 + D_{34} \sin \theta_{34} = 1895,075 + 156,781 \sin 210,8973 = 1868,369 \text{ m}$$

$$X_5 = X_4 + D_{45} \cos \theta_{45} = 3290,983 + 213,557 \cos 375,5126 = 3488,935 \text{ m}$$

$$Y_5 = Y_4 + D_{45} \sin \theta_{45} = 1868,369 + 213,557 \sin 375,5126 = 1788,235 \text{ m}$$

ÎNTREBĂRI

1. Care sunt ramurile măsurătorilor terestre?
2. Care sunt suprafețele terestre – definiție?
3. Care sunt elementele topografice ale terenului în plan vertical – desen și definiții;
4. Care sunt elementele topografice ale terenului în plan orizontal?
5. Care sunt tipurile de coordonate ce definesc un punct?
6. Scrieți relația de calcul a unei distanțe din coordonate;
7. Scrieți relația de calcul a orientării din coordonate;
8. Cum se face reducerea la primul cadran a orientării în funcție de semnele diferențelor de coordonate?
9. Cum se calculează coordonatele unui punct în funcție de coordonatele relative X_j și Y_j în funcție de X_i și Y_i ?
10. Care sunt relațiile de calcul a coordonatelor relative?

Problemă propusă spre rezolvare

Se dau punctele 1, 2, 3, 4, prin coordonate rectangulare în sistem Stereografic 1970

Pct.	X (m)	Y (m)
1	4356	1487
2	4385	1505
3	4462	1525
4	4208	1462

Se cere să se rezolve următoarele probleme:

1. Să se calculeze distanțele D_{12} , D_{23} , D_{34} , D_{41} ;
2. Să se calculeze orientările θ_{12} , θ_{23} , θ_{34} , θ_{41} .

CAPITOLUL 2. HĂRȚI ȘI PLANURI

2.1 Definiții

☞ **Planul topografic** – este o reprezentare grafică convențională a unor porțiuni restrânse ale suprafeței topografice, proiectate pe un plan orizontal, micșorată la o anumită scară care prin detaliile pe care le conține redă în mod fidel suprafața topografică respectivă, fără să se țină seama de curbura Pământului.

☞ **Harta** – este o reprezentare grafică convențională, micșorată la o anumită scară, în care este reprezentată întreaga suprafață a Pământului sau porțiuni din ea și în construcția căreia se ține seama de curbura Pământului.

2.2 Clasificarea hărților și planurilor în funcție de scară

Planuri topografice

☞ **planul topografic de bază al țării** este tipărit în trei culori și realizat într-un singur sistem de proiecție la scările: **1/2000, 1/5000, 1/10 000**;

☞ **planul topografic special** se realizează pentru diverse cerințe economice și poate fi realizat la scări ce variază între **1/100** până la **1/1000**.

Hărțile sunt reprezentările grafice realizate la scara 1/25 000 și mai mici.

☞ **hărți la scări mici** – 1/25 000 până la 1/100 000;

☞ **hărți de ansamblu** – sunt realizate la scări medii 1/200 000 până la 1/1 000 000;

☞ **hărți geografice** – sunt realizate la scări mici începând cu 1/1 000 000 și mai mici.

2.3 Scara hărților și planurilor

2.3.1 Scara numerică – este raportul constant dintre distanța "d" de pe plan dintre două puncte și distanța orizontală "D" dintre aceleași două puncte din teren, ambele fiind exprimate în aceleași unități de măsură.

Relația matematică de exprimare a scării numerice este

$$\frac{1}{n} = \frac{d}{D}, \text{ unde } n \text{ este numitorul scării, iar } d \text{ și } D \text{ sunt distanțele enunțate mai sus}$$

Valorile scărilor numerice sunt STAS, astfel că putem avea următoarele tipuri de scări:

$$\frac{1}{10^n} \rightarrow \frac{1}{1}, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \dots, \frac{1}{1000000}$$

$$\frac{1}{2 * 10^n} \rightarrow \frac{1}{2}, \frac{1}{20}, \frac{1}{200}, \dots, \frac{1}{2000000}$$

$$\frac{1}{2,5 * 10^n} \rightarrow \frac{1}{2,5}, \frac{1}{25}, \frac{1}{250}, \dots, \frac{1}{2500000}$$

$$\frac{1}{5 * 10^n} \rightarrow \frac{1}{5}, \frac{1}{50}, \frac{1}{500}, \dots, \frac{1}{5000000}$$

Precizia grafică a planurilor și hărților

Dacă eroarea de citire sau de raportare a unui punct pe plan sau hartă este de 0.2 – 0.3 mm, valoarea corespunzătoare a acesteia în teren se numește precizie grafică. Precizia grafică este direct proporțională cu numitorul scării numerice și se calculează cu relația

$$\pm \frac{e}{P_g} = \frac{1}{n} \text{ de unde } P_g = \pm e * n$$

Unde:

- P_g este precizia grafică;
- e este eroarea de citire 0.2 – 0.3 mm;
- n este numitorul scării.

De exemplu, pentru un plan la scara 1: 2 000 $P_g = e \cdot n = 0.3 \text{ mm} \cdot 2000 = 600 \text{ mm} = 0.6 \text{ m}$. Această precizie duce la concluzia că cel mai mic detaliu reprezentat pe plan va avea dimensiunea de 0.6 m.

Problemele ce se pot rezolva cu ajutorul scării numerice sunt următoarele:

1. Se dau n și d și se cere să se calculeze D ; $D = n \cdot d$
2. Se dau n și D și se cere să se calculeze d ; $d = \frac{D}{n}$
3. Se dau d și D și se cere să se calculeze n ; $n = \frac{D}{d}$

Exemplu numeric

Problema 1

Pe un plan la scara 1/2000 s-a măsurat o distanță de 20cm. Ce valoare are această distanță pe teren?

$$d = 20\text{cm}, \frac{1}{n} = \frac{1}{2000}$$

Se cere: D

Conform relației numerice pentru scară: $\frac{1}{n} = \frac{d}{D}$, rezultă $D = d \cdot n$ sau

$$D = 20\text{cm} \cdot 2000 = 40000\text{cm} = 400\text{m}$$

Problema 2

Cât reprezintă pe un plan la scara 1/1000 distanța din teren de 150m?

$$D=150\text{m}, \frac{1}{n} = \frac{1}{1000}$$

Se cere: d

Conform relației numerice pentru scară: $\frac{1}{n} = \frac{d}{D}$, rezultă $d = \frac{D}{n} = \frac{150\text{m}}{1000} = \frac{15000\text{cm}}{1000} = 15\text{cm}$

Problema 3

Ce scară are planul pentru care distanța din teren de 500m are pe plan 100cm?

$$D=500\text{m}, d=100\text{cm}$$

Se cere: n

Conform relației numerice pentru scară: $\frac{1}{n} = \frac{d}{D}$,

$$\text{Rezultă } n = \frac{D}{d} = \frac{500\text{m}}{100\text{cm}} = \frac{50000\text{cm}}{100\text{cm}} = 500, \text{ deci scara este } 1/500$$

Concluzii

Deoarece scara numerică este o egalitate de două rapoarte ce conțin patru termeni: 1, n , d , D se va putea calcula oricare din cele trei necunoscute funcție de celelalte două.

Atenție! D și d se exprimă în aceeași unitate de măsură.

Cu cât numitorul este mai mic, scara este mai mare. Adică, scara 1/200 este mai mare decât scara 1/10 000.

2.3.2 Scara grafică – este reprezentarea grafică a scării numerice. După modul de construcție al scării grafice, se deosebesc două tipuri: scara grafică liniară cu talon și scara grafică transversală.

Scara grafică liniară cu talon - se va desena pe planuri și hărți printr-o linie divizată, în cm având înscris în dreptul fiecărei diviziuni valoarea distanței din teren corespunzătoare scării planului. Scara grafică asigură o precizie de $\frac{1}{10}$ din bază.

Mod de utilizare: se ia în compas distanța de pe hartă, dintre două puncte 1 și 2 și se așează compasul pe scară, astfel încât un vârf al compasului să coincidă cu un număr întreg de baze, iar celălalt vârf al compasului să cadă în interiorul talonului. Distanța este egală cu numărul întreg de baze la care se adaugă partea fracționară citită pe talon.

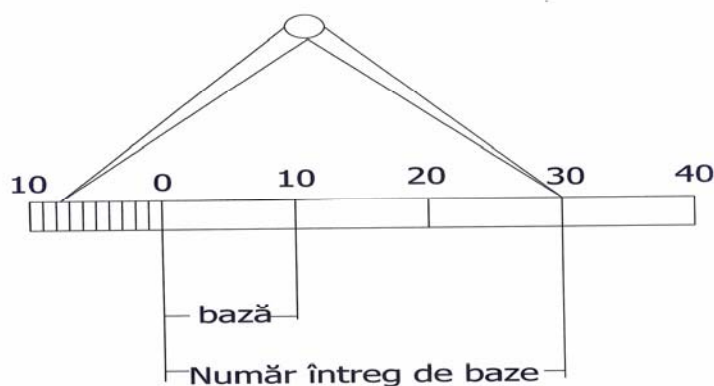


Figura 2.1 Scara grafică liniară

Exemplu: pentru scara numerică de 1 : 1000 s-a construit scara grafică din figura 2.1. Distanța măsurată este: 30 m + n*1 m = 30 m + 7*1 m = 37 m

Unde n este numărul de fracțiuni de la zero al scării până la intersecția cu vârful compasului. Valoarea unei diviziuni este egală cu 1 m.

Scara grafică transversală – asigură o precizie de $\frac{1}{100}$ din bază, deoarece talonul este împărțit în

10 unități pe orizontală și în 10 părți pe verticală, astfel că o unitate de pe orizontală reprezintă $\frac{1}{10}$ din bază,

iar o unitate pe verticală reprezintă $\frac{1}{10}$ dintr-o unitate de pe orizontală.

Mod de utilizare: se ia în compas distanța de pe hartă, între două puncte 1 și 2 și se așează pe scara grafică, astfel încât un vârf al compasului să corespundă cu o diviziune întreagă din bază, iar celălalt vârf să cadă în interiorul talonului scării transversale. Se deplasează compasul astfel ca un vârf să rămână tot timpul pe o valoare întreagă din bază, iar celălalt să fie în talon, până când vârful din talon atinge intersecția a două linii ce marchează diviziunile lui. Mișcarea compasului se face astfel încât vârfurile lui să fie tot timpul pe aceeași linie orizontală. Distanța este egală cu numărul întreg de baze la care se adaugă partea fracționară citită pe talon.

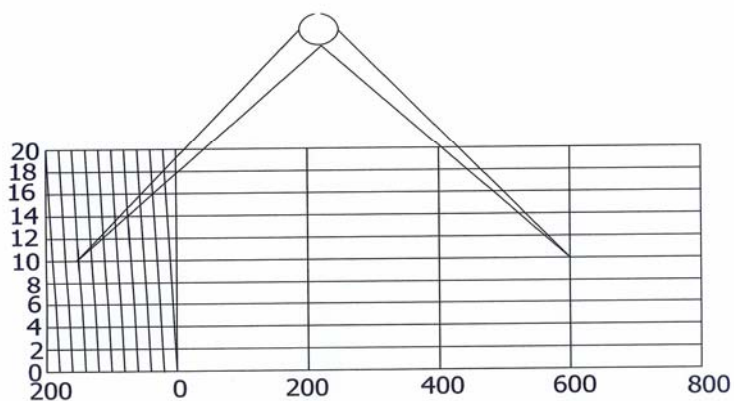


Figura 2.2 Scara grafică transversală

Exemplu: pentru scara numerică de 1:10 000 s-a construit scara grafică transversală din figura 2.2. Dacă baza este egală cu 2 cm, distanța citită cu ajutorul acestei scări este: $D_{12} = 600 \text{ m} + 150 \text{ m} = 750 \text{ m}$, unde 600 m corespund numărului de baze întregi iar 150 din citirea pe talon.

2.4 Elementele planurilor și hărților

2.4.1 Caroiajul geografic

Caroiajul geografic al unei foi de plan sau hartă este format din meridiane și paralele. În colțurile caroiajului geografic care mărginește foaia de plan sau hartă sunt înscrise valorile coordonatelor geografice (latitudinea și longitudinea). Paralelele sunt numerotate începând de la Ecuator, iar meridianele începând cu meridianul Greenwich.

Intervalele dintre meridianele și paralelele care delimitează foaia de hartă sunt împărțite pe verticală în minute de latitudine și pe orizontală în minute de longitudine. Baza pentru cadrul geografic este o linie de 0.1mm grosime. Minutele de latitudine sau longitudine sunt reprezentate prin spații alternant negre și albe de grosime 0.5 mm.

Pe o foaie de plan scara 1 : 25 000 caroiajul geografic este ca în figura 2.3.

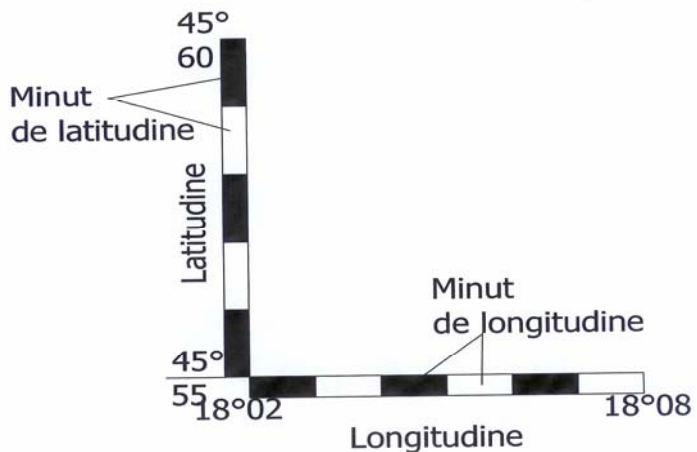


Figura 2.3 Caroiajul geografic

2.4.2 Caroiajul rectangular

Caroiajul rectangular este format din drepte trasate paralel la axele de coordonate rectangulare plane ale sistemului adoptat. Aceste paralele formează o rețea de pătrate cu latura de 1 km sau multipli de kilometri, denumită și rețea kilometrică.

Pe planuri și hărți liniile caroiajului rectangular nu sunt paralele cu liniile caroiajului geografic.

Pe un plan la scara 1 : 25 000 caroiajul rectangular se prezintă ca în figura 2.4.

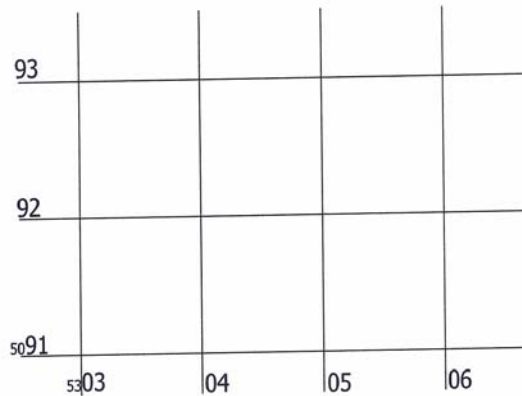


Figura 2.4 Caroiajul rectangular

În sistemul de proiecție Stereografic 1970 coordonata X se citește pe verticală, iar coordonata Y se citește pe orizontală.

2.4.3 Semne convenționale

Detaliile de planimetrie și altimetrie care se reprezintă pe planuri și hărți se exprimă grafic prin semne convenționale. Semnele convenționale trebuie să fie cât mai generalizate și să reprezinte detaliul cât mai sugestiv. Acestea sunt cuprinse în atlase de semne convenționale editate pentru diferite scări ale planurilor și hărților. În majoritatea cazurilor, forma semnelor convenționale este aceeași pentru diferite scări, doar dimensiunile de desenare diferă de la o scară la alta.

În funcție de detaliile ce le reprezintă, semnele convenționale se pot grupa în două categorii:

- semne convenționale pentru planimetrie;
- semne convenționale pentru altimetrie.

Semne convenționale pentru planimetrie

1. Semne convenționale de contur

Acestea sunt semnele care se folosesc pentru reprezentarea pe hartă a detaliilor ce pot fi reprezentate la scara planului sau hărții prin conturul lor (lacuri, păduri, mlaștini, clădiri, etc.). Ele nu arată poziția reală a unui obiect din interiorul conturului și nici dimensiunile lui liniare (figura 2.5).

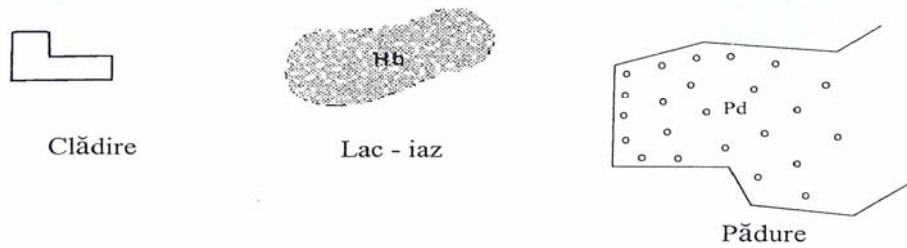


Figura 2.5 Semne convenționale de contur

2. Semne convenționale de scară

Acestea sunt semnele care se folosesc pentru reprezentarea detaliilor de dimensiuni reduse care nu pot fi reprezentate la scară (puncte geodezice, stâlp de iluminat, etc.). Acestea indică precis poziția detaliului din teren prin centrul lor sau axa lor de simetrie (figura 2.6).

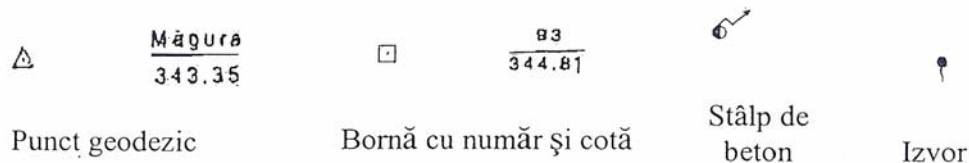


Figura 2.6 Semne convenționale de scară

3. Semne convenționale explicative

Semnele convenționale explicative sunt inscripțiile și notările convenționale care se fac pe hartă sau plan, pentru a da o caracteristică mai deplină detaliilor topografice. Ele sunt folosite întotdeauna în combinație cu primele două categorii de semne convenționale (figura 2.7).

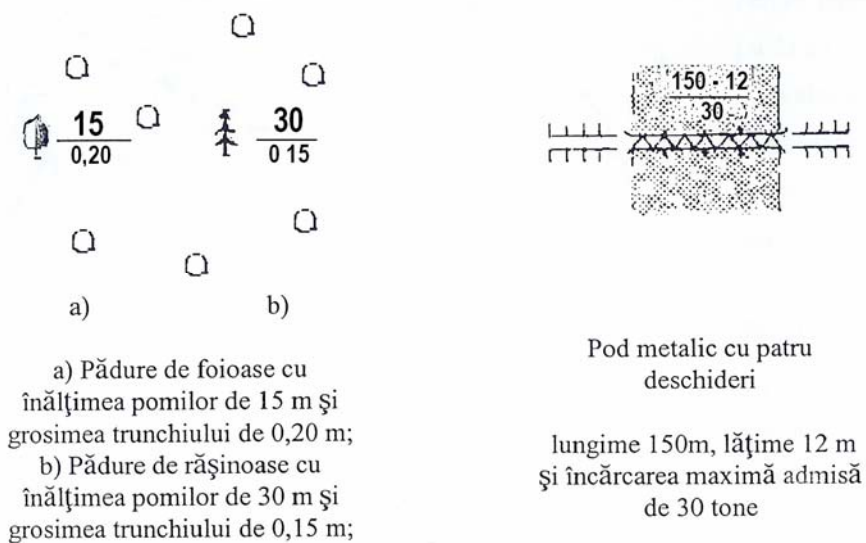


Figura 2.7 Semne convenționale explicative

Semne convenționale pentru altimetrie

Relieful este un element important din conținutul unui plan sau al unei hărți. Relieful este totalitatea neregularităților concave și convexe de pe suprafața topografică a pământului.

Reprezentarea reliefului se poate face prin mai multe metode:

- metoda curbelor de nivel;
- metoda planului cotat;
- metoda profilelor;
- metoda hașurilor;
- metoda planurilor în relief;

Metoda curbelor de nivel

Curba de nivel este proiecția în plan orizontal a liniei ce unește puncte de aceeași cotă de pe suprafața topografică. Curbele de nivel se obțin prin secționarea formei de relief cu suprafețe de nivel perpendiculare pe direcția gravitației. Pe suprafețe mici, suprafețele de nivel pot fi asimilate cu suprafețe orizontale. Pentru o reprezentare riguroasă a reliefului se va alege o distanță constantă numită echidistanță „E” în funcție de scara planului. Echidistanța este distanța pe verticală dintre suprafețele de nivel generatoare de curbe de nivel. Aceasta este o mărime constantă și depinde de precizia dorită, de accidentația terenului și de scara planului sau hărții. Mărimea echidistanței este o valoare metrică: 1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 20 m, etc.

Clasificarea curbelor de nivel se poate face după cum urmează (figura 2.8):

- curbe de nivel normale;
- curbe de nivel principale;
- curbe de nivel ajutoare;
- curbe de nivel accidentale.

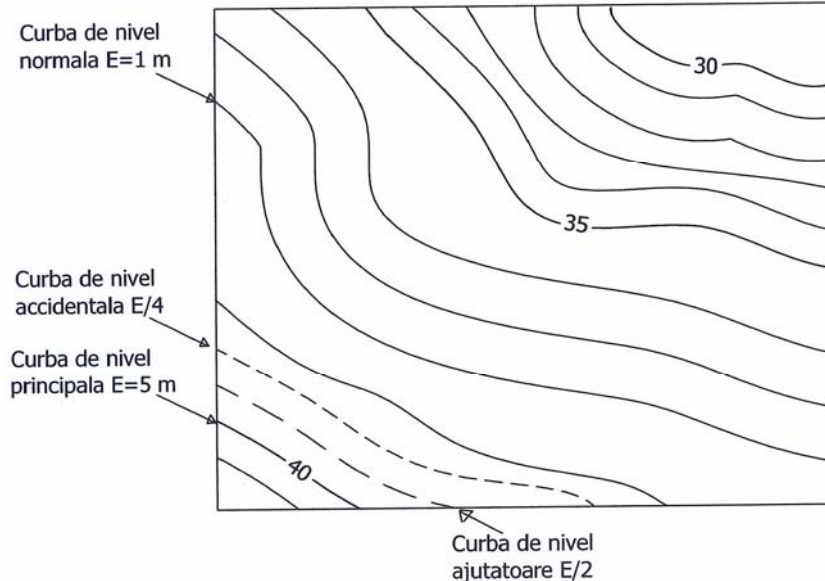


Figura 2.8 Curbe de nivel

Curbele de nivel normale se trasează pe plan sau hartă cu o linie subțire, continuă la echidistanța E uniformă pentru întregul plan sau hartă.

Curbele de nivel principale sunt curbe de nivel normale îngroșate, ce se trasează la valori de cote rotunde. De obicei fiecare a 5 – a curbă se consideră principală pentru echidistanțele de 1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 20 m.

Curbele de nivel ajutătoare se trasează pe plan sau hartă prin linii punctate la o echidistanță egală cu $E/2$. Acestea sunt folosite în cazul terenurilor plane pentru a da o imagine mai sugestivă a reliefului, deoarece curbele de nivel normale sunt prea rare la un teren plan.

Curbele de nivel accidentale sunt curbe de nivel ce se trasează la o echidistanță egală cu $E/4$ prin linii punctate mai scurte decât cele ajutătoare. Ele sunt utilizate numai dacă relieful nu poate fi reprezentat prin curbe de nivel normale și ajutătoare.

Reprezentarea formelor de relief prin curbe de nivel

Variatatea mare a neregularităților prezentate de suprafața terestră poate fi reprezentată, prin simplificare, la un număr redus de forme caracteristice de relief care se pot grupa în: șesuri, înălțimi și depresiuni.

Șesurile sunt suprafețe plane, cu diferențe de nivel mici, lipsite de ridicături sau adâncituri prea mari. Dacă șesul este la înălțimi cuprinse între 0 și 200 m față de nivelul mării, se numește câmp, iar dacă înălțimea este mai mare de 200 m, forma de relief respectivă se numește podiș.

Principalele forme tip de înălțimi sunt: mamelonul, dealul și șeaua.

Mamelonul (figura 2.9) este forma de relief cu înălțimea cuprinsă între 50 -150 m față de terenul pe care se află, cu vârf rotunjit și cu pante relativ simetrice. Acesta se reprezintă pe planuri și hărți prin curbe de nivel închise, valorile cotelor crescând de la exterior spre interior.

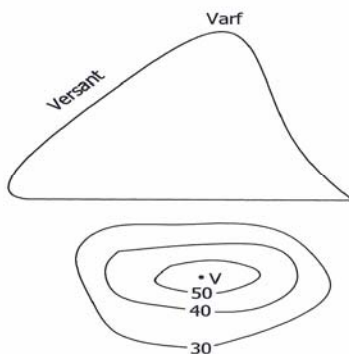


Figura 2.9 Reprezentarea mamelonului prin curbe de nivel

Dealul (figura 2.10) este o formă de relief cu doi versanți ce se unesc de-a lungul unei linii de pantă numită creastă sau linie de separare a apelor.

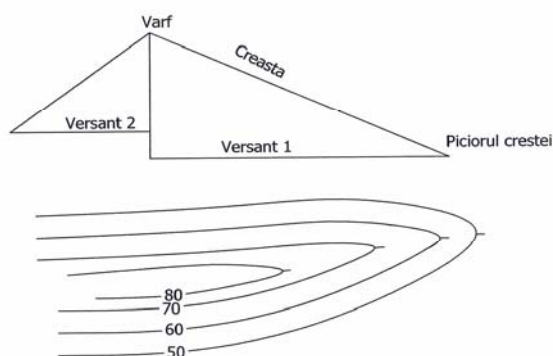


Figura 2.10 Reprezentarea dealului prin curbe de nivel

Această formă de relief se reprezintă pe planuri sau hărți prin curbe de nivel alungite, având convexitatea orientată în sensul de coborâre a liniei de separare a apelor, marcată prin bergsrichturi. Curbele de nivel au o întoarcere retunjită pe linia de creastă pe care o intersectează în unghi drept. Elementele caracteristice ale acestei forme de relief sunt: vârful, linia de creastă și piciorul crestei.

Șeua (figura 2.11) este o formă de relief complexă formată din două dealuri racordate printr-o creastă mai joasă. Gâtul șeii „G” formează originea a două văi dispuse transversal pe linia de creastă. Elementele caracteristice ale acesteia sunt: vârfurile, liniile de creastă și gâtul șeii.

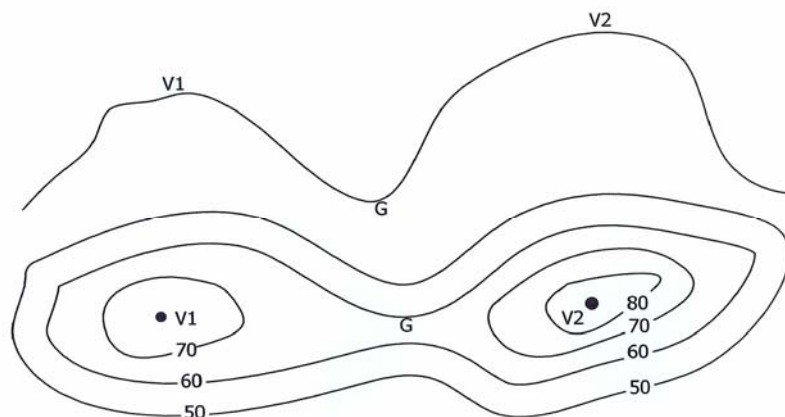


Figura 2.11 Șeua reprezentată prin curbe de nivel

Principalele forme tip de adâncimi sunt: căldarea sau pâlnia, valea și bazinul hidrografic.

Căldarea sau pâlnia (figura 2.12) este o depresiune închisă din toate părțile și este forma de relief opusă mamelonului. Ea se reprezintă prin curbe de nivel închise ale căror valori descresc de la exterior spre interior.

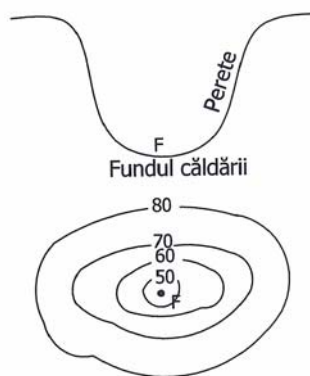


Figura 2.12 Căldarea reprezentată prin curbe de nivel

Valea (figura 2.13) este o depresiune formată din doi versanți care se unesc pe linia de strângere a apelor numită talveg. Ea este o formă concavă opusă dealului. Valea se reprezintă prin curbe de nivel deschise, alungite, care au concavitățile orientate în sensul de curgere a apelor. Valorile cotelor descresc de la exteriori spre interior. Elementele caracteristice sunt: originea văii, firul văii (talveg), gura văii și cei doi versanți.

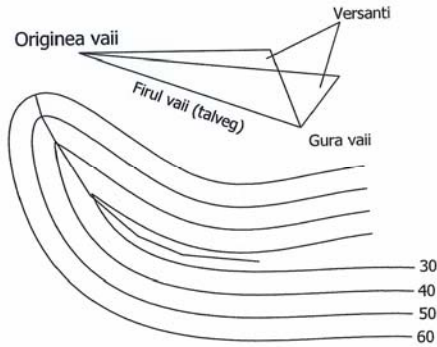


Figura 2.13 Valea reprezentată prin curbe de nivel

Bazinul hidrografic (figura 2.14) este o formă de relief complexă închisă din trei părți de linia de despărțire a apelor și deschisă pe o singură parte. Acesta reunește de regulă mai multe forme simple de relief.

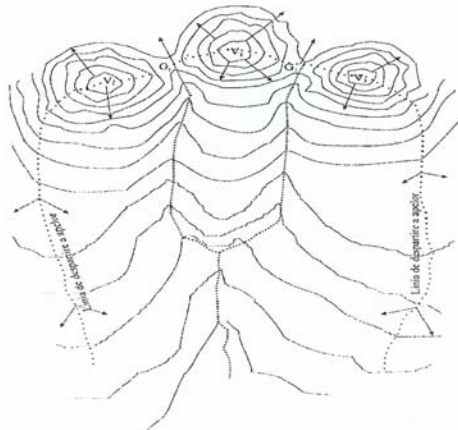


Figura 2.14 Bazinul hidrografic reprezentat prin curbe de nivel

2.5 Problemă rezolvată

Se dau punctele 1, 2, 3, 4 prin coordonate rectangulare în sistem Stereografic 1970

Pct.	X (m)	Y (m)
1	1033	2012
2	1145	2037
3	1072	2091
4	1021	2084

Se cere să se rezolve următoarele probleme:

1. Să se reprezinte punctele la scara 1 : 2000;
2. Să se calculeze distanțele D_{12} , D_{23} , D_{34} , D_{41} ;
3. Să se calculeze orientările θ_{12} , θ_{23} , θ_{34} , θ_{41} ;
4. Să se reprezinte pe desen orientările calculate;
5. Să se reducă la scara 1 : 5000 distanța D_{12} și la scara 1 : 2500 distanța D_{34} ;
6. Să se calculeze coordonatele punctului 5 aflat la distanța $D_{35} = 17.26m$ și $\theta_{35} = 114.2514$.

Rezolvare

1 Reprezentarea la scara 1 : 2000 a punctelor date

Pentru reprezentarea la scară a punctelor se vor parcurge următoarele etape:

- ▶ trasarea axelor de coordonate X și Y;
- ▶ stabilirea coordonatelor punctului de origine. Pentru axa X se va pleca din origine cu o coordonată cu valoare mai mică decât cel mai mic X din inventarul de coordonate. $X_{\min} = 1021m$, în originea axei X vom alege 1020 sau 1000. Pentru axa Y se va alege o valoare mai mică decât cel mai mic Y din inventarul de coordonate dat. $Y_{\min} = 2012m$, în originea axei Y vom alege 2010 sau 2000.
- ▶ divizarea axelor din cm în cm.
- ▶ raportarea punctelor prin coordonatele date.

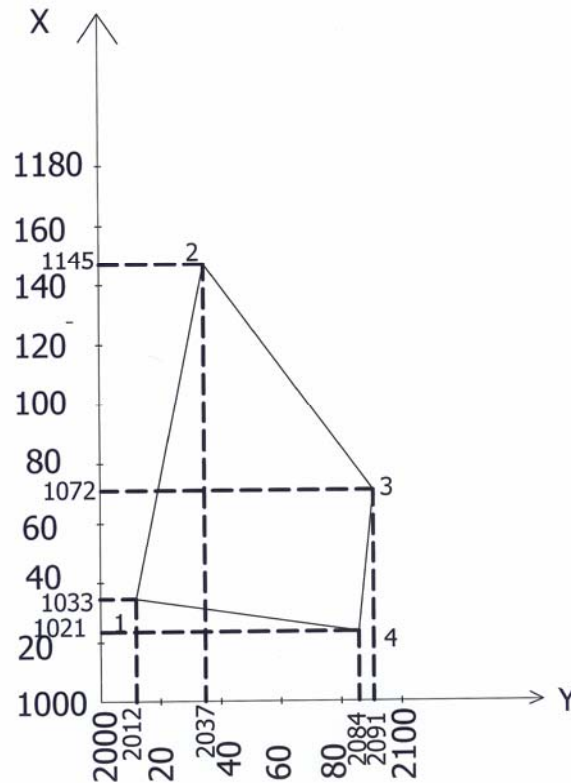


Figura 2.15 Reprezentarea punctelor date la scara 1:2000

2. Calculul distanțelor din coordonate cu relația $D_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2}$

$$D_{12} = \sqrt{(1145 - 1033)^2 + (2037 - 2012)^2} = \sqrt{112^2 + 25^2} = \sqrt{13169} = 114.756m$$

$$D_{23} = \sqrt{(1072 - 1145)^2 + (2091 - 2037)^2} = \sqrt{73^2 + 54^2} = \sqrt{8245} = 90.802m$$

$$D_{34} = \sqrt{(1021 - 1072)^2 + (2084 - 2091)^2} = \sqrt{51^2 + 7^2} = \sqrt{2650} = 51.478m$$

$$D_{41} = \sqrt{(1033 - 1021)^2 + (2012 - 2084)^2} = \sqrt{12^2 + 72^2} = \sqrt{5328} = 72.993m$$

3. Calculul orientărilor din coordonate cu relația $\theta_{ij} = \arctg \frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i}$ cu reducerea la cadran în funcție de

combinația de semne

$$\begin{matrix} + \\ + \end{matrix} \theta_{ij} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{ij}}{\Delta X_{ij}} \text{ cadranul I}$$

$$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \theta_{ij} = 200^{\circ} - \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{ij}}{\Delta X_{ij}} \text{ cadranul II}$$

$$\begin{matrix} - \\ - \end{matrix} \theta_{ij} = 200^{\circ} + \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{ij}}{\Delta X_{ij}} \text{ cadranul III}$$

$$\begin{matrix} - \\ + \end{matrix} \theta_{ij} = 400^{\circ} - \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{ij}}{\Delta X_{ij}} \text{ cadranul IV}$$

$$\theta_{12} = \operatorname{arctg} \frac{+25}{+112} = \begin{matrix} + \\ + \end{matrix} \operatorname{arctg} \frac{25}{112} = \begin{matrix} + \\ + \end{matrix} \operatorname{arctg} 0.22321 = \begin{matrix} + \\ + \end{matrix} 13.9811 = 13.9811$$

$$\theta_{23} = \operatorname{arctg} \frac{+54}{-73} = \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \operatorname{arctg} \frac{54}{73} = \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \operatorname{arctg} 0.73972 = \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 40.5458 = 200 - 40.5458$$

$$\theta_{23} = 159.4542$$

$$\theta_{34} = \operatorname{arctg} \frac{-7}{-51} = \begin{matrix} - \\ - \end{matrix} \operatorname{arctg} \frac{7}{51} = \begin{matrix} - \\ - \end{matrix} \operatorname{arctg} 0.137255 = \begin{matrix} - \\ - \end{matrix} 8.6836 = 200 + 8.6836$$

$$\theta_{34} = 208.6836$$

$$\theta_{41} = \operatorname{arctg} \frac{-72}{+12} = \begin{matrix} - \\ + \end{matrix} \operatorname{arctg} 6 = \begin{matrix} - \\ + \end{matrix} 89.4863 = 400 - 89.4863$$

$$\theta_{41} = 310.5137$$

4. Reprezentarea orientărilor pe plan

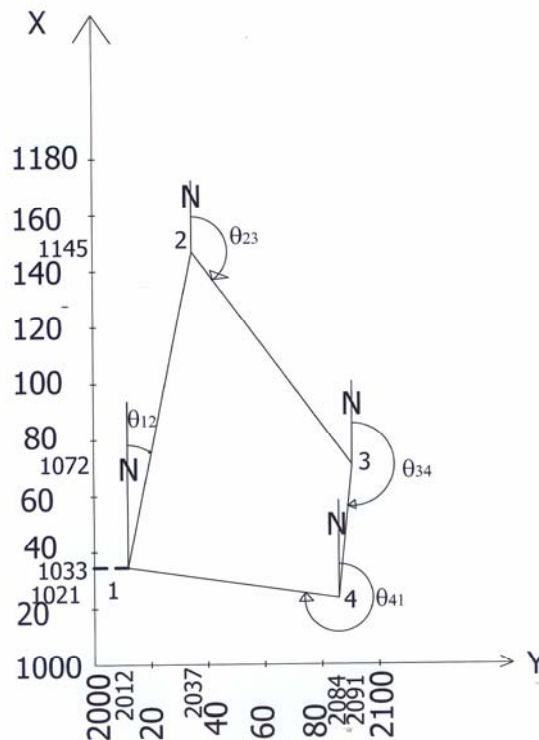


Figura 2.16 Reprezentarea orientărilor pe plan

5. Reducerea la scară a distanțelor D_{12} și D_{34}

$$\frac{1}{5000} = \frac{d}{114.756m}$$

$$d = \frac{114.756m}{5000} = \frac{114756mm}{5000} = 22.9mm \approx 23mm$$

$$\frac{1}{2500} = \frac{d}{51.478m}$$

$$d = \frac{51.478m}{2500} = \frac{51478mm}{2500} = 20.6mm \approx 21mm$$

6. Calculul coordonatelor punctului 5 se face cu relațiile

$$X_j = X_i + D_{ij} \cos \theta_{ij}$$

$$Y_j = Y_i + D_{ij} \sin \theta_{ij}$$

$$X_5 = X_3 + D_{35} \cos \theta_{35}$$

$$Y_5 = Y_3 + D_{35} \sin \theta_{35}$$

$$X_5 = 1072m + 17.26m \cos 114.2514 = 1072m + 17.26m (-0.22199)$$

$$X_5 = 1072m - 3.831m = 1068.169m$$

$$Y_5 = 2091m + 17.26m \sin 114.2514 = 2091m + 17.26m 0.97504$$

$$Y_5 = 2091m + 16.829m = 2107.829m$$

2.6 Probleme propuse spre rezolvare

PROBLEMA 1

Se dau punctele 1, 2, 3, 4, 5 prin coordonate rectangulare în sistem Stereografic 1970

Pct.	X (m)	Y (m)
1	3256	5487
2	3385	5405
3	3462	5525
4	3208	5562
5	3174	5486

Se cere să se rezolve următoarele probleme:

1. Să se reprezinte punctele pe format A_4 la o scară aleasă convenabil;
2. Să se calculeze distanțele D_{12} , D_{23} , D_{34} , D_{45} , D_{51} ;
3. Să se calculeze orientările θ_{12} , θ_{23} , θ_{34} , θ_{45} , θ_{51} ;
4. Să se reprezinte pe desen orientările calculate;
5. Să se reducă la scara 1 : 1000 distanța D_{12} și la scara 1 : 2500 distanța D_{45} ;
6. Să se calculeze coordonatele punctului 6 aflat la distanța $D_{46} = 22.26m$ și $\theta_{46} = 204.2514$.

PROBLEMA 2

Se dau punctele 1, 2, 3, 4, prin coordonate rectangulare în sistem Stereografic 1970

Pct.	X (m)	Y (m)
1	4356	1487
2	4385	1505
3	4462	1525
4	4208	1462

Se cere să se rezolve următoarele probleme:

1. Să se reprezinte punctele pe format A_4 la o scară aleasă convenabil;
2. Să se calculeze distanțele D_{12} , D_{23} , D_{34} , D_{41} ;
3. Să se calculeze orientările θ_{12} , θ_{23} , θ_{34} , θ_{41} .
4. Să se reprezinte pe desen orientările calculate;
5. Să se reducă la scara 1 : 500 distanța D_{12} și la scara 1 : 2000 distanța D_{43} ;
6. Să se calculeze coordonatele punctului 5 aflat la distanța $D_{45} = 22.26\text{m}$ și $\theta_{45} = 123.3214$.

ÎNTREBĂRI

1. Care este relația de calcul numeric al scării planurilor și hărților?
2. Explicați semnificația notațiilor din relația de calcul numeric al scării planurilor
3. Care este relația de calcul a distanței din plan dintre 2 puncte în funcție de scara planului și distanța din teren?
4. Care este relația de calcul a distanței din teren dintre 2 puncte în funcție de scara planului și distanța din plan?
5. Definiți precizia grafică
6. Care sunt semnele convenționale pentru planimetrie?
7. Definiți echidistanța curbelor de nivel și valorile cele mai uzuale ale acestora
8. Cum se clasifică curbele de nivel?
9. Ce reprezintă caroiajul geografic?
10. Ce reprezintă caroiajul rectangular?

CAPITOLUL 3 INSTRUMENTE ȘI METODE DE MĂSURAT UNGHIURI ȘI DISTANȚE

3.1 Teodolitul - generalități

Teodolitul este un instrument topografic utilizat la măsurarea pe teren a direcțiilor unghiurilare orizontale și verticale. Teodolitul mai poate măsura și distanțe folosind mira printr-o metoda indirectă de măsurare.

Clasificarea teodolitelor se poate face după mai multe criterii:

- după modul de evoluție în timp;
- după gradul de precizie oferit la determinarea direcțiilor unghiulare;
- după firma constructoare.

Clasificarea teodolitelor după modul de evoluție în timp:

- **Teodolite clasice**, care au fost construite la începutul secolului al XVIII-lea. Erau instrumente voluminoase și greoaie, cu lunete lungi și diametre ale limburilor destul de mari pentru a asigura precizia necesară. Pe teren era necesar să fie rectificat des. Sistemul constructiv, cu părțile componente la vedere, conducea rapid la ancrasarea câmpului vizual și a axelor.

- **Teodolite moderne (optice)** au aproape același principiu constructiv, dar conțin sisteme optice interioare care permit realizarea citirilor la cele două cercuri prin intermediul unui microscop de lectură al cărui ocular se află alături de ocularul lunetei. Datorită acestui sistem de construcție teodolitele moderne se mai numesc și *teodolite optice*. Teodolitele moderne au apărut la începutul anilor 1920 și sunt perfecționate în continuu până astăzi. Deosebirea de teodolitele clasice constă în faptul că sunt superioare acestora și că sunt realizate compact, iar părțile lor componente (limburile de cristal, prismele de lectură, inecșii, etc.) sunt acoperite de o carcasă de protecție.

- **Teodolite electronice (ultramoderne)** au apărut odată cu deceniul 7 al secolului trecut și s-au perfecționat rapid. Ele conțin un microprocesor care servește la afișarea pe un display asemănător cu cel întâlnit la microcalculatoare (format din cristale lichide) a rezultatelor măsurătorilor, precum și a unei serii de elemente calculate automat (lungimea înclinată, diferența de nivel, distanța orizontală, orientarea, coordonatele, etc.)

Telemetrul electro-optic completat cu funcțiunile unui teodolit a condus la **stația totală electronică**, dotată cu afișaj digital automat al valorilor măsurate, cu posibilitatea de înregistrare automată în memorii externe, precum și cu „tracking”, care oferă avantajul de a afișa direcțiile orizontale la fiecare secundă și o nouă valoare a distanței la fiecare 3 secunde, existând astfel posibilitatea de a deplasa reflectorul mobil fără a întrerupe vizarea. Realizarea **carnetului electronic de teren** permite cuplarea la PC și la plotter.

Clasificarea teodolitelor după precizie.

Luând drept criteriu de clasificare cea mai mică diviziune t a dispozitivului de citire a unghiurilor, teodolitele (doar cele moderne și electronice) sunt:

- **De precizie slabă (de șantier)**, pentru care $t \geq 10''$ (de exemplu *Theo 080* și *Theo 120* –Carl Zeiss Jena, *Zeiss Th 5*, *Kern DK1*, etc).

- **De precizie medie (de șantier)**, pentru care $20'' \leq t < 10''$ (de exemplu *Theo 020* și *Theo 030* Carl Zeiss Jena; *Wild T16*, *Kern K1A* și *K1S*, *Zeiss Th4*, *Sokkisha T60E*, *TS20A* și *DT6*, etc.)

- **De precizie (geodezice)**, pentru care $2'' \leq t < 20''$.

- **De înaltă precizie (astronomice)**, pentru care $t \leq 1''$.

Clasificarea teodolitelor după firma producătoare.

În ultimii ani, firme europene de mare tradiție și-au reconsiderat activitatea de producție (Carl Zeiss Jena și Zeiss –din Zeiss). Firmele elvețiene Kern și Wild au fuzionat formând concernul Leica. Pe de altă parte firmele japoneze Sokkisha, Topcon și Nikon s-au impus pe piață oferind instrumente deosebit de performante.

3.2 Schema generală a teodolitolui

Părțile componente ale unui teodolit (fig.3.1) sunt următoarele:

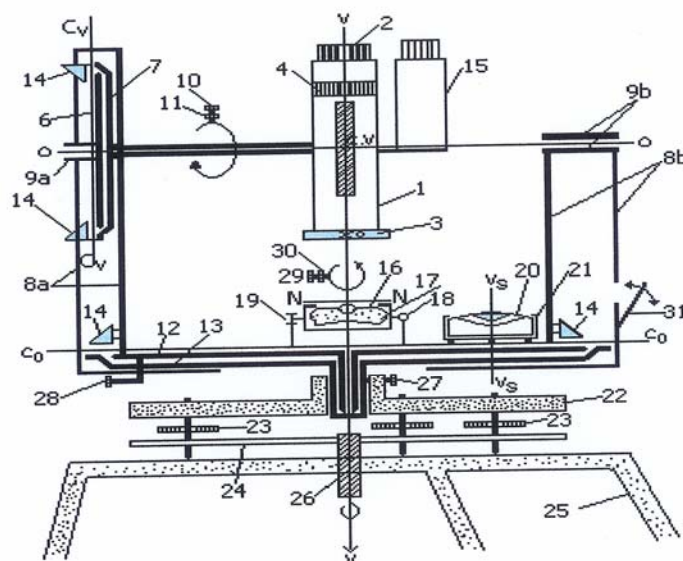


Figura 3.1 Schema generală a teodolitului

1. **luneta topografică modernă**, care servește la vizarea punctelor de pe teren. Mărirea lunetei este cuprinsă între 18x și 41x la teodolitele moderne.

2. **ocularul lunetei**.

3. **obiectivul lunetei**.

4. **manșonul (șurubul) de focusare** a imaginii.

5. **colimatorul**, cu care se asigură vizarea aproximativă.

6+7. **Cercul vertical**, care servește la măsurarea unghiurilor de pantă α sau zenitale Z .

6. **alidada verticală sau brațul purtător de indecși de citire**.

7. **limbul vertical sau cercul vertical gradat**, solidar cu luneta.

8. **furcile de susținere** pe care se sprijină luneta; în interiorul lor se află un sistem de prisme care preiau și centralizează citirile de la cele două cercuri, vertical și orizontal; furca 8a susține, de asemenea, cercul vertical.

9. **lagărele furcilor**, care permit mișcarea de rotație a fuselor lunetei și respectiv a lunetei în plan vertical; această mișcare este marcată printr-o săgeată și prin șuruburile 10 și 11; lagărele materializează, de asemenea, axa secundară \overline{OO} .

10. **șurubul de mișcare fină** a lunetei în plan vertical.

11. **șurubul de blocare** a mișcării lunetei în plan vertical.

12. și 13. **Cercul orizontal**, alcătuit din două platouri concentrice:

12. **cercul alidad**, care are în același timp o funcțiune mecanică (poartă întreaga suprastructură a teodolitului) și o funcțiune la măsurarea unghiurilor, fiind prevăzut cu doi indecși de citire I_1 și I_2 diametral opuși.

13. **limbul orizontal (cercul orizontal gradat)**; seamănă cu un raportor de cristal, împărțit în $400''$ și rămâne fix (imobil) în timpul operațiunii de măsurare.

14. **prisme** diametral opuse, care preiau citirile de la cele două cercuri; ele se află în interiorul furcilor și formează un ansamblu care dirijează razele luminoase de la cercurile gradate spre dispozitivul de citire 15.

15. **dispozitivul de citire a unghiurilor**, care poate fi un microscop la teodolitele moderne, sau un afișaj de tip display la instrumentele electronice.

16. **fiola de sticlă a nivelei torice**, are forma unei porțiuni de tor și este aproape în întregime plină cu un lichid extrem de fluid și practic necongelabil (amestec de eter și alcool); după etanșarea tubului-fiolă, în aceasta rămâne o bulă de vapori ai lichidului, numită impropriu *bulă de aer*; aceasta se autodetașează întotdeauna în partea cea mai înaltă a fiolei, iar planul tangent la suprafața ei superioară, adică din punctul cel mai înalt, sau centrul bulei, este orizontal; tangenta în centrul fiolei în formă de tor, \overline{NN} , se numește **directricea nivelei**; fiola are, în partea ei superioară, o serie de trăsături gravate echidistant și simetrice față de centrul ei (24).

17. **carcasa metalică de protecție a nivelei torice.**

18. **articulația nivelei torice.**

19. **șuruburile de rectificare ale nivelei torice.**

Nivela torică servește la calarea fină (precisă) a teodolitului.

20. **nivela sferică**, ce servește la calarea aproximativă (provizorie) a instrumentului; este mai puțin precisă decât nivela torică; la partea superioară, fiola are forma unei calote sferice, axa $\overline{V_s V_s}$ fiind normala în centrul acestei calote; fiola de sticlă are gravat, în jurul punctului central, un cerc pentru calare.

21. **carcasa metalică de protecție a nivelei sferice**, prevăzută cu 3 șuruburi de rectificare

22,23,24 **ambaza**, cu un triplu rol:

- a) de suport al teodolitului;
- b) de intermediar între corpul teodolitului și trepid;
- c) de element pentru calare.

22. **partea superioară a ambazei**, pe care este fixat corpul (suprastructura) instrumentului.

23. **șuruburile de calare**, în număr de 3, întrucât orice plan este definit de 3 puncte; ele servesc la operațiunea de calare, parte componentă a punerii în stație.

24. **placa de tensiune**, care servește la fixarea teodolitului pe trepid.

25. **trepidul** cu picioare culisante, care servește la operațiunea de centrare, componentă a punerii în stație; trepidul este confecționat din lemn, dar partea superioară și saboții sunt din metal; la instrumentele Sokkisha, trepiezii sunt realizați în întregime din aluminiu.

26. **șurubul de prindere a teodolitului de trepid**, prevăzut cu un cârlig pentru agățarea firului cu plumb și cu un orificiu care permite centrarea optică.

27. **șurubul de prindere a teodolitului de ambază.**

28. **clema repetitoare**, pentru orientarea limbului; permite introducerea unei anumite citiri dorite pe o direcție din teren.

29. **șurubul de mișcare fină a suprastructurii** în plan orizontal.

30. **șurubul de blocare a mișcării alidadei**, în plan orizontal;

31. **oglindea orientabilă de luminare a limburilor** pentru efectuarea citirilor.

3.3 Axele teodolitului

Axele teodolitului sunt următoarele:

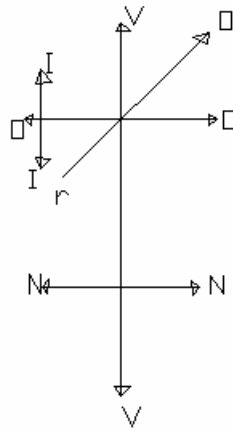


Figura 3.2 Axele teodolitului

- \overline{VV} -**axa principală** de rotație, verticală în timpul utilizării aparatului.
 - \overline{OO} -**axa secundară** (*axa fuselor lunetei*), orizontală în timpul măsurării unghiurilor. Este axa de rotație a lunetei în plan vertical.
 - \overline{rO} -**axa de vizare a lunetei**.
- Cele trei axe de mai sus sunt concurente în *centrul de vizare* (C.V.) al lunetei.
- $\overline{C_v C_v}$ -**axa cercului vertical**, perpendiculară pe axa secundară \overline{OO} .
 - $\overline{C_o C_o}$ -**axa cercului orizontal**, perpendiculară prin construcție pe axa principală \overline{VV} .
 - \overline{NN} - **axa (directricea) nivelei torice**.
 - $\overline{V_s V_s}$ - **axa nivelei sferice**.

În afară de cele două perpendicularități menționate mai sus, pozițiile reciproce de paralelism și de perpendicularitate care rezultă din figura 3.2 se obțin efectuând verificări și rectificări periodice ale instrumentului, înainte de fiecare campanie de măsurători.

3.4 Părțile componente ale teodolitului

3.4.1 Luneta

Luneta teodolitului este dispozitivul care servește la vizarea semnalelor pe teren, iar la teodolitele tahimetre servește și la măsurarea indirectă a distanțelor.

Ea are trei axe:

- \overline{XX} axa geometrică;
- $\overline{O_1 O_2}$ axa optică care unește centrul optic al obiectivului cu centrul optic al ocularului;
- $\overline{rO_1}$ axa de vizare care unește centrul reticulului cu centrul optic al obiectivului.

Din punct de vedere geometric cele trei axe trebuie să coincidă.

Obiectivul lunetei este un sistem optic și are rolul de-a forma imaginea obiectelor vizate. Distanța focală a acestora este cuprinsă între 100 – 700 mm.

Ocularul lunetei are rol de-a mări imaginea formată de obiectiv (asemeni unei lupe). Distanța focală este cuprinsă între 8 – 10 mm.

Reticulul lunetei este format dintr-o placă de sticlă pe care sunt gravate foarte fin firele reticulare. Notăm intersecția firelor reticulare cu r și de aici derivă axa de vizare a lunetei rO care este dată de punctul r și centrul optic al obiectivului. Pe lângă firele reticulare reticulul mai are trăsături reticulare scurte, simetric așezate față de firul reticular orizontal numite fire stadimetrice, deoarece servesc la determinarea stadimetrică a distanțelor. De cele mai multe ori firul reticular vertical este jumătate fir simplu, iar cealaltă jumătate este un fir dublu, fapt ce ajută la diverse moduri de punctare a obiectului vizat pe teren.

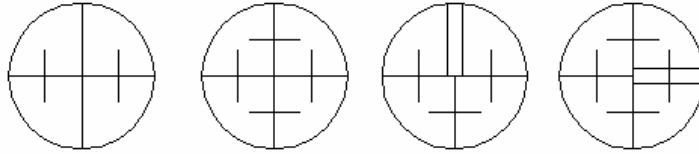


Figura 3.3 Diverse tipuri de fibre reticulare

Mărirea lunetei M este raportul dintre unghiul sub care se vede un obiect vizat prin lunetă și unghiul sub care se vede același obiect cu ochiul liber.

Reglarea lunetei se face în două etape succesive:

- se clarifică firele reticulare privind prin ocularul îndreptat spre un fond alb și rotind din ocular până avem o imagine clară a acestora;
- se clarifică imaginea semnalului vizat prin îndreptarea lunetei spre acesta și acționarea manșonului de focusare până la obținerea unei imaginii clare.

3.4.2 Cercurile teodolitului

Cercul orizontal poate avea mai multe grade de libertate, fapt ce conduce la clasificarea teodolitelor după acest criteriu:

- teodolite simple – cele la care limbul este fix pe ambază;
- teodolite repetitoare – cele la care limbul se poate roti concomitent cu alidada în jurul axei VV. Limbul nu se poate roti independent de alidadă.
- teodolite reiterate – limbul se rotește independent de alidadă, proprietate ce permite introducerea de origini diferite la măsurarea direcțiilor.

La teodolitele optico-mecanice cercurile sunt de sticlă cu gradații foarte fine (cca $1\mu\text{m}$) și permit citirea centralizată într-un singur microscop. Cea mai mică diviziune a cercului gradat poate avea următoarele valori:

- pentru sistemul sexagesimal: 1° , $(1/2)^{\circ}$, $(1/3)^{\circ}$, $(1/6)^{\circ}$;
- pentru sistemul centesimal: 1° , $(1/2)^{\circ}$, $(1/4)^{\circ}$, $(1/5)^{\circ}$, $(1/10)^{\circ}$.

Cercul orizontal

Acesta servește la măsurarea direcțiilor unghiulare orizontale. Părțile sale componente sunt:

- limbul cu diametrul între 70mm – 250mm funcție de precizia aparatului;
- alidada pe care se sprijină suprastructura teodolitului și se află și indicii de citire.

La măsurarea unghiurilor orizontale limbul trebuie să fie fix și orizontal, iar alidada împreună cu indicii de citire se va roti în jurul axei VV.

Cercul vertical

Acesta servește la măsurarea unghiurilor verticale. El este gradat asemenea cercului orizontal și trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie centric cu axa orizontală a teodolitului OO;
- linia de $0 - 200^{\circ}$ să se afle în același plan cu axa de vizare rO a lunetei;
- indicii de citire să se afle riguros într-un plan orizontal sau vertical.

3.4.3 Dispozitive de citire unghiulară

Microscopul optic cu scăriță

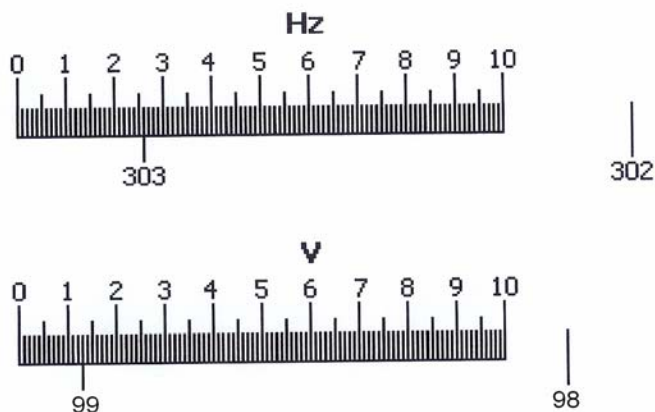


Figura 3.4 Dispozitivul de citire unghiulară – Scărița

Teodolitele optico-mecanice de precizie medie folosesc în cea mai mare parte ca dispozitiv de citire unghiulară microscopul cu scăriță. Acesta permite citirea centralizată a unghiurilor orizontale și verticale. Principiul acestuia este prezentat în fig 3.4

Direcția unghiulară citită pentru Hz (direcția unghiulară orizontală) este: 303,2600 (trei sute grade, douăzeci și șase minute).

Direcția unghiulară citită pentru V (unghiul zenital) este: 99,1300 (nouăzeci și nouă de grade și treisprezece minute).

Pentru a înțelege principiul de citire trebuie să calculăm precizia

$$p = \frac{a}{n}$$

Unde: a este valoarea unei diviziuni de pe cercul gradat;

n este numărul de diviziuni al scăriței

Dacă calculăm precizia obținem următoarea relație

$$p = \frac{a}{n} = \frac{1^s}{100} = \frac{100^c}{100} = 1^c$$

Cu alte cuvinte cea mai mică diviziune a scăriței reprezintă un minut.

Când citim va trebui să citim gradele ce intersectează scărița, zecile de minute cu valoarea cea mai mică ce încadrează valoarea de grad și unitățile de minut ce rezultă de la intersecția valorii de grad cu scărița.

Din punct de vedere constructiv, scărița este egală cu dimensiunea unui interval de pe cerc, cea ce face ca aceasta să nu fie niciodată intersectată de două valori de grad. Singura situație când se poate întâmpla acest lucru este atunci când o diviziune este peste zero al scăriței și cealaltă peste 10. În acest caz valoarea ce o citim este cea care intersectează zero al scăriței.

Principiul de citire unghiulară este același pentru unghiul Hz și V.

3.4.4 Nivelele teodolitului

Teodolitul are două nivele: nivela sferică și nivela torică. Acestea sunt utilizate la calarea instrumentului.

- Nivela sferică va fi utilizată la calarea aproximativă;
- Nivela torică va fi utilizată la calarea fină.

Nivela torică - este o fiolă de sticlă umplută incomplet cu eter sau alcool, care prin vaporizare formează o bulă de gaz, denumită bulă de aer curbată după o rază de curbură „r”.

Nivela sferică - este formată dintr-o fiolă de sticlă de formă cilindrică având partea superioară sub forma unei calote sferice. Raza de curbură la nivelele sferice este cuprinsă între: 0,5 – 3 m. Fiola este umplută cu eter sau alcool și este închisă ermetic. Este montată într-o cutie de protecție metalică care este prinsă de suport cu trei șuruburi. Partea cea mai de sus a calotei sferice reprezintă punctul central al nivelei prin care trece axa V_sV_s care este perpendiculară la planul tangent în punctul central al nivelei. Gradațiile nivelei sunt cercuri concentrice cu centrul și distanțate între ele la 2 mm.

3.5 Instalarea aparatului în stație

Instalarea aparatului în stație se realizează prin trei operații succesive:

- centrare
- calare
- punere la punct a lunetei

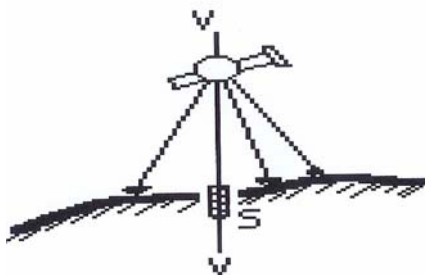


Figura 3.5 Instalarea aparatului în stație

3.5.1 Centrare. Este procedeul topografic prin care aparatul este instalat deasupra punctului matematic al stației. Acest lucru se poate realiza cu firul cu plumb, cu sistemul optic de centrare sau cu fasciculul laser. Primul procedeu nu este recomandat deoarece nu oferă o precizie prea bună (cca 2-3 cm) și totodată este anevoios de realizat datorită condițiilor de lucru (balans al firului cu plumb la intensificări ale vântului).

Centrare cu sistemul optic se realizează în două etape:

- în prima etapă se instalează trepiedul aproximativ deasupra punctului de stație, astfel încât să fie cât mai orizontal și la o înălțime convenabilă (de regulă trepiedul trebuie să fie la nivelul pieptului operatorului).

- în a doua etapă se prinde aparatul pe măsuta trepiedului și se fixează unul din picioarele trepiedului.

Se privește prin sistemul optic de centrare și se manevrează celelalte două picioare ale trepiedului până când punctul marcat în centrul sistemului optic de centrare corespunde cu punctul matematic al stației.

3.5.2 Calarea. Este procedeul topografic de orizontalizare a aparatului.

Calarea se execută în două etape:

- calarea aproximativă - cu ajutorul nivelei sferice;

- calarea fină - din cele trei șuruburi de calare și nivela torică.

Calarea aproximativă se face prin orizontalizarea nivelei sferice din picioarele trepiedului astfel:

- se aduce nivela sferică pe direcția unuia din picioarele trepiedului și se manevrează aceasta (culisând pe verticală) până se aduce nivela sferică în cerculețul reper sau se trimite aceasta pe direcția altui picior al trepiedului. Dacă nivela intră în reper calarea aproximativă s-a terminat, dacă nu se rotește aparatul până când nivela ajunge pe direcția piciorului pe care a „fugit” la etapa anterioară și se acționează din acel picior. Se repetă aceste manevre până când se calează nivela sferică.

Calarea fină se face din cele trei șuruburi de calare cu ajutorul nivelei torice în două poziții succesive.

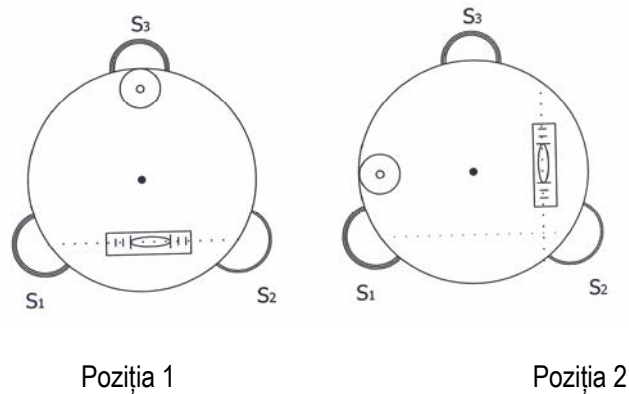


Figura 3.6 Calarea teodolitului

- poziția I –se aduce nivela torică paralel cu două șuruburi de calare și se rotesc cele două șuruburi concomitent și antagonic până când nivela torică intră între repere;
- poziția II –se rotește nivela cu 90° și se acționează din al treilea șurub de calare până când se aduce nivela între repere.

Se verifică calarea rotind nivela cu 180° față de prima poziție caz în care aceasta trebuie să rămână calată, dacă nu se reiau operațiile anterioare până când nu mai există nici o deplasare a nivelei torice față de poziția centrală. După terminarea calării se verifică centrarea, iar în cazul în care s-a stricat centrarea se poate translata aparatul pe măsura trepedului.

3.5.3 Vizarea se face în trei etape (timp)

1. Vizarea aproximativă, care se face cu mișcările lunetei deblocate, prin suprapunerea colimatorului (5 –fig.3.1) pe semnalul topografic din teren, după care se blochează mișcările generale în plan orizontal și vertical.
2. Punerea la punct a imaginii din lunetă. Se începe prin clarificarea imaginii reticulului prin intermediul ocularului, respectiv ajustarea ocularului la posibilitățile vizuale ale operatorului, până ce imaginea firelor reticulare apare foarte clară și atât de neagră pe cât este posibil. Apoi se realizează focusarea imaginii semnalului topografic din teren, acționând asupra șurubului sau inelului de focusare.
3. Vizarea definitivă (punctarea) –fig.3.7 –constă în aducerea centrului r al reticulului pe semnalul vizat S acționând asupra șuruburilor de mișcare fină în plan orizontal și vertical (29 și 10 în fig.3.1).

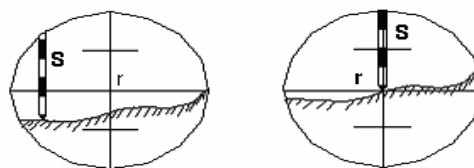


Figura 3.7 Vizarea semnalelor

Pozițiile lunetei (pozițiile teodolitului sau ale cercului vertical) au fost alese prin convenție după cum urmează:

-poziția I, în care cercul vertical se află la stânga lunetei (respectiv la stânga operatorului care vizează prin lunetă); pentru a diminua o eroare de construcție, prin convenție s-a stabilit ca în poziția I sensul de rotație în plan orizontal al alidadei și al lunetei să fie sensul acelor de ceasornic.

-**poziția a II-a** în care cercul vertical este situat în dreapta lunetei; în acest caz s-a convenit ca sensul de rotație în plan orizontal al alidadei și al lunetei să fie în sensul trigonometric.

3.6 Tahimetre electronice

3.6.1 Principii utilizate la măsurarea electro – optică a distanțelor

Principiul de bază al tahimetrelor electronice este acela că toate aparatele emit o undă electromagnetică de la un emițător spre un reflector, care după reflexie ajunge la un receptor și apoi este prelucrată. Preponderent se folosesc unde electromagnetice cu lungimea de undă $0,5 \mu\text{m} - 1,0 \mu\text{m}$. Se pot formula trei principii de măsurare, două dintre ele folosesc unda emisă ca și semnal pe care se fac măsurătorile, iar al treilea principiu modulează unda emisă suprapunând acesteia un alt semnal pe care se execută măsurătoarea. Pot fi astfel enumerate următoarele procedee:

→ *procedeu cu impulsuri* – la care emițătorul emite în intervale foarte scurte de timp semnale, iar fascicolul servește și la măsurarea distanței;

→ *procedeu prin interferență* – semnalul emis este folosit și ca semnal pe care se face măsurătoarea;

→ *procedeu fazic* – semnalului continuu emis i se modulează un semnal pe care se face măsurătoarea.

În prezent cel mai des utilizat procedeu este cel fazic.

3.6.2 Prezentarea generală a unei stații totale

Tahimetrele electronice sunt instrumentele geodezice cel mai des utilizate în măsurătorile terestre. Evoluția lor, din punct de vedere electronic, a condus la denumirea de stație totală care presupune atât o măsurare a elementelor caracteristice pentru un tahimetru clasic, cât și o serie de controale și calcule direct pe teren, cum ar fi: stocarea automată a datelor, calcule prin programe specifice a orientării, coordonatelor, elementelor de trasat etc.

Componentele principale ale unei stații totale sunt: teodolitul, telemetrul, tastatura și afișajul și microprocesorul.

Teodolitul este electronic. Constructiv, teodolitele electronice au forma, elementele componente și axele asemănătoare teodolitelor clasice, diferențele cele mai importante apărând la construcția cercurilor gradate și la dispozitivele de efectuare a lecturilor.

Dispozitivele de citire generează impulsuri care sunt transformate de un microprocesor în semnale codificate ce sunt transmise către echipamente periferice. Pe afișaj vor apărea valorile direcțiilor sau unghiurilor măsurate. Se poate introduce orice lectură (inclusiv valoarea zero) pe direcția origine.

Înregistrarea citirilor se face pe suporturi magnetici, fie pe o dischetă introdusă în aparat.

Erorile care afectează măsurătorile au, în general, același caracter (sistematic sau întâmplător), aceleași surse de proveniență și aceleași moduri de determinare și eliminare ca la teodolitele clasice. Diferența constă în faptul că microprocesorul poate efectua automat medierea lecturilor corespunzătoare ambelor poziții ale lunetei și poate semnaliza eventualele erori de punctare.

Telemetrul este de tip electrooptic și este încorporat în teodolit. Toate corecțiile ce se aduc distanțelor măsurate și care pot fi evaluate cu ajutorul unor relații matematice, sunt aplicate automat

Tastatura și afișajul asigură comunicarea operator – instrument în efectuarea măsurătorilor și controlul acestora. Tastatura este din ce în ce mai simplificată, evitându-se tastele multifuncționale, aplicând tehnica meniurilor.

Ecranul de afișare este cu cristale lichide, în sistem alfanumeric, cu tendințe de mărire pentru a permite afișarea simultană a tuturor informațiilor (date măsurate, comenzi executate, corecții aplicate etc.)

Microprocesorul este componenta cea mai importantă a stației totale, având funcții multiple. Prin intermediul programelor existente în memoria acestuia ce acționează asupra perifericelor și în memoria de date. Există posibilitatea cuplării cu cartele electronice de teren pentru facilitarea stocării datelor și utilizarea în prelucrare a unor date mai vechi precum și a unor programe de calcul specifice măsurătorilor topografice.

Dintre cele mai utilizate stații totale de la noi din țară se pot enumera produsele firmei WILD-Leica, Topcon, Pentax care s-au impus pe piață datorită caracteristicilor lor.

Stații totale produse de firma Topcon

Stațiile totale produse de firma Topcon din seria GPT – 3000(L)N sunt stații totale cu impulsuri laser, având posibilitatea de a efectua măsurători fără prismă până la distanța de 250m (GPT – 3000N) și până la distanța de 1200m (GPT – 3000NL). Softul incorporate este variat având funcții complete necesare pentru memorarea datelor și calculelor specifice operațiilor de ridicare și trasare pe teren a elementelor caracteristice lucrărilor topo-cadastrale executate.



a)

b)

Figura 3.8 Stații totale firma Topcon: a - GPT – 3000(L)N; b)GPT – 7000 Windows CE

Stația totală GPT – Windows CE oferă posibilitatea efectuării măsurătorilor fără prismă pentru distanțe până la 250m și cu o prismă pentru distanțe până la 3000m. Prezintă avantajul că are instalat programul Windows CE Net oferind legătura permanentă cu informațiile de pe Internet.

Stații totale produse de firma Leica

Stațiile totale ale firmei Leica din gama TPS400 și TPS800 au o memorie a datelor de minim 10 000 măsurători oferind avantajul executării lucrărilor de întindere mare în timp relativ scurt. Manevrarea pe teren este rapidă și precisă cu ajutorul sistemului laser de centrare și afișarea digitală a nivelei torice. Șuruburile de mișcare micrometrică pe orizontală au posibilitate de rotație infinită oferind rapiditate și precizie la măsurare.

Măsurarea unghiurilor se face cu o deviație standard cuprinsă între $3''$ și $7''$ la gama TPS 400 și între $2''$ și $5''$ la gama TPS800. distanța maximă măsurată cu o prismă este de 3500m într-un timp mai mic de 1 secundă.

Softul de transfer al datelor oferă posibilitatea afișării simultane pe monitorul calculatorului atât a datelor preluate din stația totală cât și a hard disk-ului calculatorului pentru o operare rapidă asupra fișierelor din ambele sensuri.

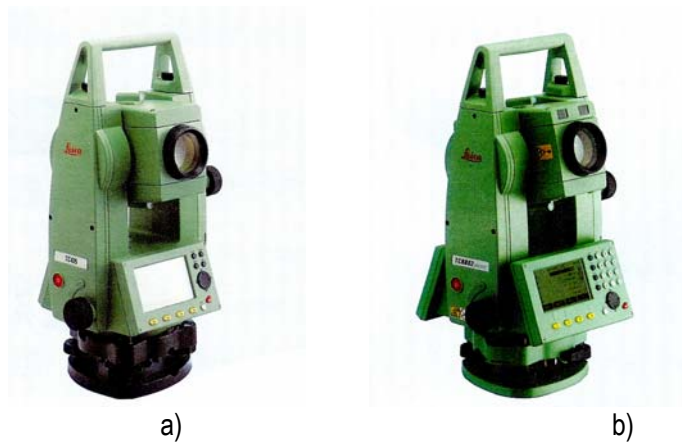


Figura 3.9 Stații totale produse de firma Leica: a) TPS400, b) TPS800

Stații totale produse de firma Pentax

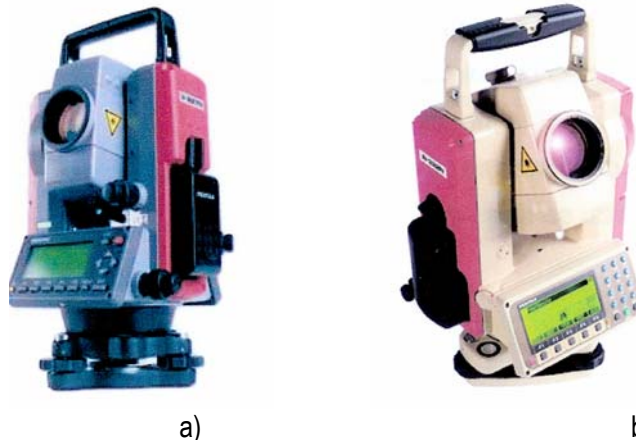


Figura 3.10 Stații totale produse de firma Pentax: a) Pentax V -200; b) Pentax R- 300

Stațiile totale produse de firma Pentax au o capacitate de memorare a punctelor de 6000 puncte pentru gama V-200 și 20 000 de puncte pentru gama R – 300.

Performanțele se remarcă prin distanța măsurată cu o prismă este de 1000m și 1400m pentru gama V-200 și de 3500m pentru cele din gama R-300 și precizia de măsurare a unghiurilor de $1''$, $2''$.

Prin softul incorporat oferă posibilități de prelucrare a datelor direct pe teren pentru problemele uzuale apărute cum ar fi: calcul de retrointersecții, calcul de drumuiri, calcul de suprafețe, trasări de puncte pe aliniament ș.a.m.d.

3.7 Măsurarea unghiurilor orizontale

Măsurarea unghiurilor orizontale se face prin mai multe metode, cele mai utilizate fiind: metoda diferențelor de citiri, metoda cu zero în coincidență, iar în cazul când se măsoară mai multe unghiuri din aceeași stație, metoda în tur de orizont.

Pentru control și pentru eliminarea anumitor erori instrumentale măsurătorile se fac în ambele poziții ale lunetei.

3.7.1 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda diferențelor de citiri (simplă)

Procedul se practică atunci când urmează a se măsura un singur unghi din stație. Se procedează astfel:

–se instalează instrumentul în stație (centrare, calare) și se vizează cu luneta în poziția I către punctul A.
 După punctare se execută citirea la cercul orizontal a direcției unghiulare orizontale către A;
 –se deblochează aparatul, se rotește în sens topografic (orar), se vizează și punctează semnalul din punctul B, se citește la cercul orizontal direcția unghiulară orizontală către B;

În figura 4.1 s-au folosit următoarele notații:

- V –punctul de stație al aparatului
- C₁ – direcția unghiulară orizontală citită din punctul de stație către punctul A;
- C₂ – direcția unghiulară orizontală citită din punctul de stație către punctul B;
- ω – unghiul orizontal dintre cele două direcții calculat ca diferență dintre acestea două.

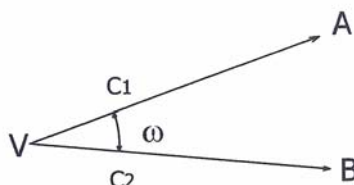


Figura 3.11 Metoda simplă de măsurare a unghiurilor orizontale

Pentru control se recomandă să se repete măsurarea și în poziția a doua a lunetei.

În acest caz se va viza întâi punctul B apoi rotind în sens antiorar se va viza punctul A, efectuând citiri către fiecare punct. Diferența citirilor reprezintă unghiul ω''.

Dacă $\Delta\omega = \omega'' - \omega' \leq T$, $T = 2e_{\omega}$, e_{ω} este eroarea de citire a unei direcții într-o singură poziție a lunetei, atunci valoarea unghiului orizontal se calculează ca medie aritmetică a celor două valori.

$$\omega = \frac{\omega' + \omega''}{2}$$

PS	PV	Direcții orizontale măsurate		Media	Unghiul ω
		Poziția I	Poziția a II a		
V	A	98,75	298,76	98,7550	67,0900
	B	165,85	365,84	165,8450	

NOTĂ! Când se calculează media aritmetică a direcțiilor dintre poziția întâi și poziția a II a se vor păstra gradele din prima poziție și se va face media aritmetică a minutelor din cele două poziții.

3.7.2 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda în tur de orizont

Metoda se utilizează atunci când se dorește măsurarea mai multor unghiuri dintr-un singur punct de stație, dar și atunci când se măsoară un singur unghi din stație (cazul drumuirilor).

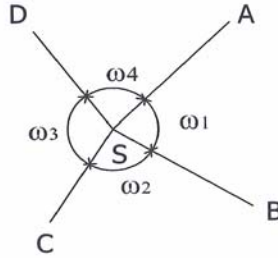


Figura 3.12 Metoda turului de orizont

Această metodă presupune instalarea aparatului în stație (centrare, calare), iar apoi măsurarea direcțiilor orizontale prin vizare cu aparatul către punctele A,B,C și D. Obligativu la această metodă este ca după citirea direcțiilor orizontale către punctele A,B,C și D turul de orizont să se încheie cu o nouă citire spre punctul de început (A).

După terminarea măsurătorilor pe teren se verifică eroarea de neînchidere în tur de orizont care reprezintă diferența dintre citirile direcției orizontale către punctul cu care s-au început și s-au terminat măsurătorile.

$$e_{TO} = c_A^f - c_A^i, e_{TO} \leq T_{TO}$$

Eroarea trebuie să se înscrie în toleranța permisă în tur de orizont care se calculează cu formula: $T_{TO} = p\sqrt{n}$, unde p reprezintă precizia de citire a teodolitului, iar n numărul de direcții vizate. Dacă eroarea nu se înscrie în toleranță măsurătorile se reiau. Pe baza erorii se poate face compensarea turului de orizont.

Atât datele din teren cât și cele rezultate prin compensare se vor trece într-un tabel:

P S	PV	Direcții orizontale măsurate		Media	Corecții	Direcții compensate	Unghiul orizontal
		Poziția I	Poziția II				
S	A	85,26	285,25	85,2550	-	85,2550	
	B	126,33	326,33	126,33	25 ^{cc}	126,3325	41,0775
	C	210,56	10,57	210,5650	50 ^{cc}	210,5700	84,2375
	D	327,85	127,84	327,8450	75 ^{cc}	327,8525	117,2825
	A	85,25	285,24	85,2450	100 ^{cc}	85,2550	157,4025

Compensarea turului de orizont

1. Calculul corecției: $c_{TO} = -e_{TO}$

2 Calculul corecției unitare: $k_{TO} = \frac{c_{TO}}{n}$

3 Repartizarea corecției unitare măsurătorilor efectuate, în progresie aritmetică începând cu punctul B

4. Calculul direcțiilor compensate prin însumarea algebrică a mediilor valorilor măsurate cu corecția acordată

5.Verificarea compensării: compensarea este corectă dacă valoarea măsurată către punctul A este identică cu cea compensată către A

6.Calculul unghiurilor orizontale între direcțiile măsurate

3.7.3 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda repetiției

Această metodă se aplică la măsurarea cu precizie a unghiurilor orizontale. Metoda presupune măsurarea unui unghi de mai multe ori, având de fiecare dată ca origine de citire valoarea unghiului obținută în determinarea precedentă.

Pentru măsurarea repetată a unghiului orizontal ω_{AB} vom proceda astfel:

- ☞ se vizează punctul A și se efectuează citirea C_A ;
 - ☞ se vizează punctul B și se efectuează citirea C_B după care se blochează mișcarea înregistratoare și se rotește aparatul înapoi către A;
 - ☞ cu viza pe A se deblochează mișcarea înregistratoare și se vizează din nou B efectuând citirea C_B^3 după care se blochează mișcarea înregistratoare și se rotește aparatul înapoi către A;
 - ☞ cu viza pe A se deblochează mișcarea înregistratoare și se vizează din nou B efectuând citirea C_B^V și operațiile se pot repeta de n ori;
- În final se calculează n valori pentru unghiul orizontal ca diferență de citiri, iar valoarea definitivă a unghiului ω_{AB} va fi media aritmetică a celor n valori calculate.

3.7.4 Măsurarea unghiurilor orizontale prin metoda reiterației se aplică atunci când vrem să eliminăm erorile de divizare ale limbului și constă în efectuarea mai multor serii cu origini diferite. Intervalul dintre originile seriilor se calculează cu relația:

$$I = \frac{400^g}{n * m}$$

unde n este numărul de serii, iar m este numărul dispozitivelor de citire

3.8 Măsurarea unghiurilor verticale

Unghiurile verticale se vor citi direct în aparat, fără a fi calculate prin diferență de direcții cum am făcut la unghiurile orizontale.

Modul de lucru pe teren

- ☞ instalăm aparatul în punctul A;
- ☞ măsurăm înălțimea $\nabla I \nabla$ a aparatului care este distanța pe verticală de la țărșul punctului de stație până în axa orizontală a aparatului;
- ☞ vizăm pe mira instalată în punctul B astfel încât firul reticular orizontal să se proiecteze pe miră la diviziunea corespunzătoare înălțimii aparatului;
- ☞ citim în aparat valoarea unghiului vertical indicată de cadranul notat cu V, aceasta este valoarea unghiului zenital $\nabla z \nabla$ dacă diametrul de $0^g - 200^g$ este dispus în același plan cu axa de vizare rO.

Se recomandă să se efectueze citiri în ambele poziții ale lunetei, astfel:

Poziția I: $Z_1 = C_1$

Poziția alla: $Z_2 = 400^g - C_2$

$$Z = \frac{Z_1 + Z_2}{2} = \frac{C_1 - C_2}{2} + 200^g$$

Unghiul de pantă α poate fi calculat în funcție de unghiul zenital mediu:

$$\alpha = 100^g - Z \text{ sau}$$

$$\alpha_1 = 100^g - C_1$$

$$\alpha_2 = C_2 - 300^g$$

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = \frac{c_2 - c_1}{2} - 200^g$$

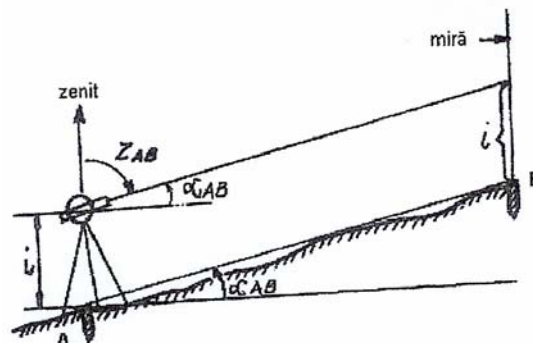


Figura 3.13 Măsurarea unghiurilor verticale

3.9 Măsurarea directă a distanțelor

3.9.1 Instrumente utilizate la măsurarea directă a distanțelor

Instrumentele utilizate la măsurarea directă a distanțelor sunt panglicile și ruletele. Panglica este o bandă de oțel de lungime 20, 25, 30 sau 50 m cu o secțiune de aproximativ 13×0.2 mm. Uzual panglicile sunt divizate în metri, decimetri și centimetri, primul metru având și diviziuni milimetrice. La un capăt panglica are un inel de prindere, iar celălalt capăt este fixat într-o carcasă sau furcă, prevăzută cu un braț cu mâner pentru rularea panglicii în carcasă sau pe cadru. Originea panglicii este de regulă la capătul benzii, la punctul de fixare între inel și bandă.

Ruletele au dimensiuni de 2, 3, 4, 5, 7, 10 sau 20 m și sunt divizate pe întreaga lungime în m, dm, cm, mm. Secțiunea lor este de regulă mai mică decât cea a panglicilor și se utilizează la măsurarea distanțelor mici.



Figura 3.14 Tipuri de rulete utilizate la măsurarea directă a distanțelor

3.9.2 Modul de măsurare a distanțelor pe teren

Măsurarea directă a distanțelor nu necesită explicații prea multe deoarece se face pe terenuri cu pantă mică și pe distanțe relativ mici.

În prealabil este necesar ca terenul să fie degajat de obstacole și jalonat dacă distanța de măsurat este mai mare decât lungimea panglicii utilizate la măsurătoare. Jalonarea presupune amplasarea de jaloane din 50 în 50 m, începând cu capătul îndepărtat spre cel apropiat de operator. Pentru jalonare sunt necesari doi operatori, unul așezat pe aliniament, astfel încât să vadă cele două jaloane de la capete ca pe unul singur, iar celălalt operator va planta jaloanele intermediare ghidat fiind de primul.

După jalonare se face măsurarea efectivă a distanței. La măsurare se vor utiliza ca instrumente auxiliare fișe pentru marcarea capetelor panglicii, întinzătoare și dinamometre pentru măsurarea forței de întindere a panglicii.

Dacă terenul are variații de pantă în lungul aliniamentului de măsurat, acesta se va descompune în segmente de aliniamente cu pantă uniformă, fiecare segment fiind măsurat independent. Distanța finală va fi:

$$L = n \cdot l + l'$$

Unde:

- L este distanța înclinată totală măsurată;
- n este numărul de câte ori a fost aplicată panglica pe teren;
- l este lungimea panglicii;
- l' este distanța înclinată citită la final de tronson.

Dacă distanța are pantă se va face reducerea la orizont a distanței înclinate măsurate pe teren.

$$D = L \sin z = L \cos \alpha$$

Unde:

- D este distanța redusă la orizont;
- L este distanța înclinată măsurată pe teren;
- z este unghiul zenital;
- α este unghiul de pantă.

3.10 Probleme propuse spre rezolvare

1. **Se dau** direcțiile unghiulare orizontale măsurate dintr-un punct de stație prin metoda turului de orizont cu un aparat de precizie $p = 1^{\circ}$

PS	PV	Direcții unghiulare orizontale măsurate	
		Poziția I	Poziția II
S	1	27.25	227.24
	2	78.49	278.48
	3	145.66	345.67
	4	254.98	54.99
	5	321.74	121.75
	1	27.24	227.23

Se cere să se compenseze turul de orizont și să se calculeze unghiurile orizontale dintre direcțiile măsurate.

2. **Se dau** direcțiile unghiulare orizontale măsurate dintr-un punct de stație prin metoda turului de orizont cu un aparat de precizie $p = 10^{\circ}$

PS	PV	Direcții unghiulare orizontale măsurate	
		Poziția I	Poziția II
S	1	265.3470	65.3460
	2	355.4780	155.4790
	3	89.2360	289.2350
	4	123.6540	323.6540
	5	197.9930	397.9940
	1	265.3480	65.3470

Se cere să se compenseze turul de orizont și să se calculeze unghiurile orizontale dintre direcțiile măsurate.

CAPITOLUL 4 RIDICĂRI PLANIMETRICE

4.1 Definiții și clasificări

Drumuirea este o metodă de îndesire a rețelei geodezice în vederea determinării coordonatelor punctelor de detaliu din teren.

Drumuirea este o linie poligonală frântă, în care poziția reciprocă a punctelor este determinată prin măsurarea distanțelor dintre punctele de frângere și prin măsurarea unghiurilor în punctele de frângere ale traseului poligonal.

Clasificarea drumuirilor se poate face:

1. În funcție de numărul punctelor de sprijin

- drumuire sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute – 2 puncte de coordonate cunoscute (figura 4.1);
- drumuire sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și orientări – 4 puncte de coordonate cunoscute (figura 4.2);
- drumuire cu punct nodal – câte două puncte de coordonate cunoscute la capătul fiecărei drumuiri și un punct de sprijin pentru viză din punctul nodal (figura 4.3);
- drumuire în vânt – un punct sau două de coordonate cunoscute aflate la unul din capetele drumuirii (figura 4.4).

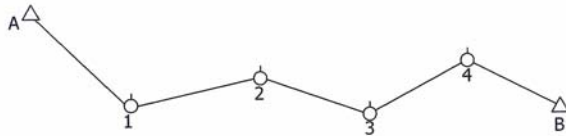


Figura 4.1 Drumuire sprijinită la capete pe două puncte de coordonate

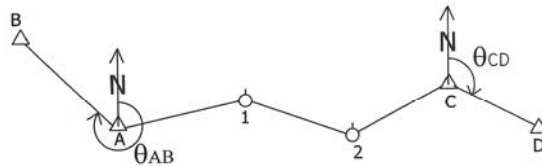


Figura 4.2 Drumuire sprijinită la capete pe două puncte de coordonate cunoscute și orientări

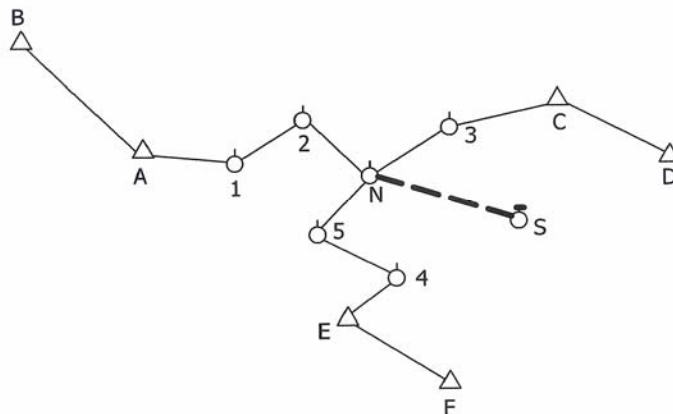


Figura 4.3 Drumuire cu punct nodal

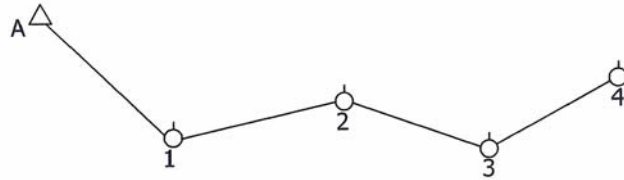


Figura 4.4 Drumuire în vânt

2. În funcție de forma traseului poligonal

- drumuri întinse – se pornește din două puncte de coordonate cunoscute și se oprește pe alte două puncte de coordonate cunoscute (figura 4.5);
- drumuri în circuit închis – se pornește din minim două puncte de coordonate cunoscute și se închide traseul pe aceleași două puncte (figura 4.6);

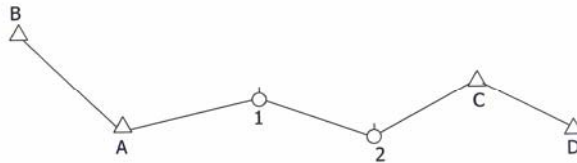


Figura 4.5 Drumuirea întinsă

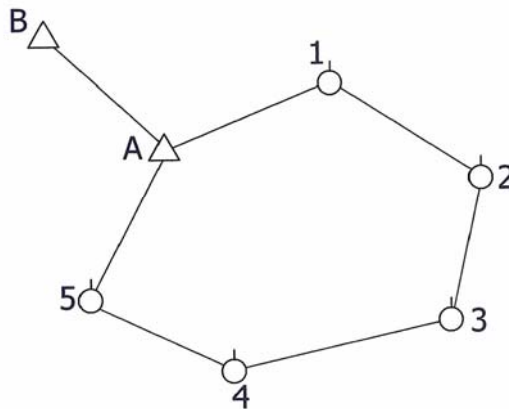


Figura 4.6 Drumuire în circuit închis

4.2 Proiectarea rețelelor de drumuire

Proiectarea rețelelor de drumuire se va face în funcție de următoarele criterii:

- ▶ traseul drumuirilor se va alege de regulă de-a lungul arterelor de circulație, în lungul cursurilor de apă, de-a lungul canalelor, digurilor, etc., deoarece laturile și punctele de drumuire trebuie să fie accesibile;
- ▶ punctele de drumuire se fixează în zone ferite de distrugere astfel încât instalarea aparatului în stație să fie făcută cu ușurință;
- ▶ între punctele de drumuire alăturate trebuie să fie vizibilitate astfel încât să se poată efectua măsurarea distanțelor și a unghiurilor fără dificultate;
- ▶ punctele de drumuire trebuie să fie alese cât mai aproape de punctele de detaliu ce urmează a fi măsurate.

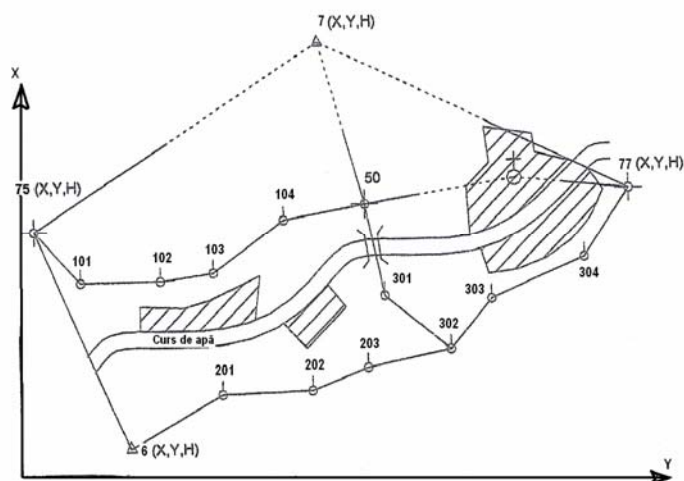


Figura 4.7 Proiectarea rețelelor de drumuire

Distanța dintre punctele de drumuire se determină în funcție de condițiile concrete din teren, de gradul de acoperire cu vegetație și de tipul de aparat cu care se vor face determinările. În cazul în care se vor efectua măsurătorile cu aparatură clasică (teodolit) distanța medie se recomandă a fi între 100 – 150 m, distanța minimă fiind între 40 – 50 m, iar cea maximă 2000 – 3000 m.

Atât unei laturi de drumuire cât și lungimea totală a traseului poligonal sunt dependente de situația concretă din teren. Astfel, în intravilan lungimea traseului va fi mai mică decât în extravilan unde vizibilitatea este mai mare.

4.3 Operații de teren

Operațiile de teren care se efectuează într-o drumuire sunt:

- marcarea punctelor de drumuire;
- întocmirea schiței de reperaj și descriere a punctelor;
- măsurarea laturilor de drumuire;
- măsurarea unghiurilor verticale.
- măsurarea unghiurilor orizontale;

Marcarea punctelor de drumuire

Se face de regulă cu țărșuși metalici sau de lemn în funcție de locul unde se efectuează măsurătorile (intravilan sau extravilan).

Întocmirea schiței de reperaj și descrierea topografică a punctelor

Pentru identificarea ulterioară a punctelor de drumuire este necesar să se întocmească o schiță de reperaj și de descriere a punctelor.

Fiecare punct nou de drumuire trebuie să fie reperat prin trei distanțe către puncte fixe din teren.

Măsurarea laturilor de drumuire

Dacă măsurătorile se efectuează cu aparate clasice (teodolit) distanțele se vor măsura cu panglica, dus – întors, toleranța admisă între cele două determinări fiind:

$$T = \pm 0,003\sqrt{L}$$

Dacă măsurătorile se efectuează cu stații totale distanțele se vor măsura tot dus – întors, eroarea de măsurare admisă fiind în funcție de precizia instrumentului folosit (de regulă nu trebuie să fie mai mare de 2 – 3 p_e, unde p_e este precizia de măsurare a instrumentelor).

Distanța finală între punctele A și B este dată de relația

$$L_{AB} = \frac{L_{AB} + L_{BA}}{2}$$

Măsurarea unghiurilor verticale

Unghiurile verticale se măsoară în fiecare punct de stație în ambele poziții ale lunetei, atât spre punctul din spate cât și spre punctul din față. Dacă vizarea se face la înălțimea aparatului (figura 5.8 a) înainte și înapoi, unghiul va fi media aritmetică a determinărilor, luând ca sens al unghiului cel de parcurgere a drumuirii.

Dacă vizarea se face la înălțimi diferite (figura 5.8 b), nu se va mai face media decât la diferențele de nivel.

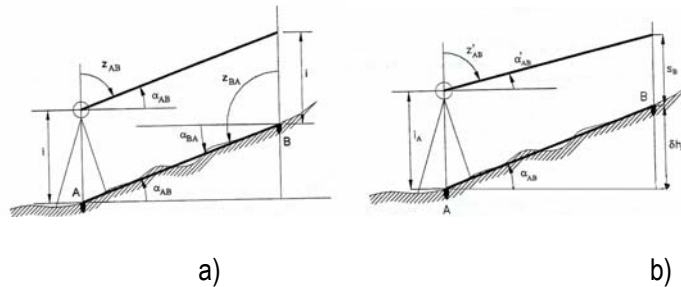


Figura 4.8 Măsurarea unghiurilor verticale: a) la înălțimea aparatului, b) la înălțime oarecare

În prima situație unghiul este

$$\alpha = \frac{|\alpha_{AB}| + |\alpha_{BA}|}{2}$$

În a doua situație diferența de nivel este

$$\delta h_{AB} = d * \text{tg } \alpha'_{AB} + i_A - s_B$$

$$\delta h_{BA} = d * \text{tg } \alpha'_{BA} - i_B + s_A$$

$$|\delta h_{AB}| = \frac{|\delta h_{AB}| + |\delta h_{BA}|}{2}$$

Măsurarea unghiurilor orizontale

Unghiurile orizontale între laturile drumuirii se determină ca diferență a direcțiilor unghiulare orizontale măsurate în fiecare punct de stație prin metoda seriilor.

4.4 Drumuirea planimetrică sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute

Se dau **coordonatele punctelor vechi: A, B, C,D (X_i, Y_i)**

Se cer: **coordonatele punctelor noi: 1, 2 (X_j, Y_j)**

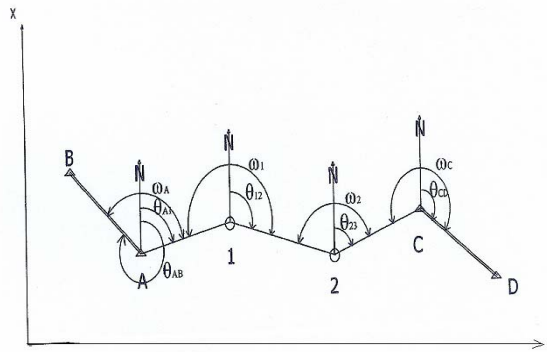


Figura 4.9 Drumuire sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și orientări cunoscute

Etapa de teren

În prima etapă se face marcarea punctelor de drumuire cu țărugi metalici sau de lemn. Fiecare punct nou marcat va fi însoțit de o schiță de reperaj și o descriere topografică. Schița va conține minim trei distanțe de la punctul nou spre reperi stabili de pe teren, iar fișa va conține date despre tipul materializării, coordonatele punctului, numărul punctului și alte date descriptive despre punct.

În fiecare stație de drumuire se vor măsura direcții unghiulare orizontale, distanțe și unghiuri verticale. Ca regulă de măsurare putem stabili ca primul punct în măsurare să fie punctul de drumuire din spate (stația anterioară sau punctul de orientare), iar al doilea să fie punctul de drumuire următor.

De exemplu în stația A procedăm astfel:

- ▶ instalăm aparatul (centrăm, calăm, punem la punct luneta) deasupra punctului de stație;
- ▶ măsurăm direcțiile unghiulare orizontale în ambele poziții ale lunetei, prin metoda seriilor către punctele: B, 1;

- ▶ măsurăm unghiurile verticale către punctele B, și 1;
- ▶ măsurăm distanțele între laturile de drumuire. Se recomandă măsurarea cu panglica sau electro – optic. Distanțele se vor măsura dus – întors, eroarea de măsurare fiind în funcție de precizia instrumentului utilizat, astfel:

- pentru măsurarea cu panglica toleranța admisă va fi:

$$T = \pm 0.003\sqrt{L}$$

- pentru măsurarea electro – optică eroarea de măsurare să nu depășească $2 - 3p_c$, unde p_c este precizia de măsurare a instrumentului.

Etapa de calcule

1. Calculul orientărilor laturilor de sprijin

$$\theta_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$\theta_{CD} = \arctg \frac{Y_D - Y_C}{X_D - X_C}$$

2. Calculul orientărilor provizorii între punctele de drumuire

$$\begin{aligned}\dot{\theta}_{A1} &= \dot{\theta}_{AB} + \omega_A \\ \dot{\theta}_{12} &= \dot{\theta}_{1A} + \omega_1 \\ \dot{\theta}_{2C} &= \dot{\theta}_{21} + \omega_2 \\ \dot{\theta}_{CD} &= \dot{\theta}_{c4} + \omega_c\end{aligned}$$

3. Calculul erorii orientării de drumuire

$$\begin{aligned}e_\theta &= \dot{\theta}_{CD} - \theta_{CD} \\ e_\theta &\leq T_\theta \\ T_\theta &= c\sqrt{n} \\ c_\theta &= -e_\theta \\ k_\theta &= \frac{c_\theta}{n}\end{aligned}$$

Unde: e_θ este eroarea, c este aproximația de citire a aparatului, c_θ este corecția totală, k_θ este corecția unitară, iar n este numărul de stații de drumuire.

4. Calculul orientărilor definitive ale punctelor de drumuire

$$\begin{aligned}\theta_{A1} &= \dot{\theta}_{A1} + k_\theta \\ \theta_{12} &= \dot{\theta}_{12} + 2k_\theta \\ \theta_{2C} &= \dot{\theta}_{2C} + 3k_\theta \\ \theta_{CD} &= \dot{\theta}_{CD} + 4k_\theta\end{aligned}$$

5. Calculul distanțelor reduse la orizont

$$\begin{aligned}D_{A1} &= L_{A1} \sin z_{A1} \\ D_{12} &= L_{12} \sin z_{12} \\ D_{2C} &= L_{2C} \sin z_{2C}\end{aligned}$$

6. Calculul coordonatelor relative provizorii

$\Delta X_{A1} = D_{A1} \cos \theta_{A1}$	$\Delta Y_{A1} = D_{A1} \sin \theta_{A1}$
$\Delta X_{12} = D_{12} \cos \theta_{12}$	$\Delta Y_{12} = D_{12} \sin \theta_{12}$
$\Delta X_{2C} = D_{2C} \cos \theta_{2C}$	$\Delta Y_{2C} = D_{2C} \sin \theta_{2C}$

7. Calculul erorii și corecției coordonatelor relative

$e_x = \sum \Delta X - (X_C - X_A)$	$e_x = \sum \Delta X - (X_C - X_A)$
$c_x = -e_x$	$c_x = -e_x$
$k_x = \frac{c_x}{\sum D}$	$k_x = \frac{c_x}{\sum D}$

Erorile pe x și pe y trebuie să se înscrie în toleranță

$$e_D = \sqrt{e_x^2 + e_y^2} \leq T_D$$

$$T_D = \pm(0.003\sqrt{\sum D_{ij}} + \frac{\sum D_{ij}}{5000}) \text{ pentru intravilan și terenuri cu panta } <5^\circ$$

$$T_D = \pm(0.0045\sqrt{\sum D_{ij}} + \frac{\sum D_{ij}}{1733}) \text{ pentru extravilan și terenuri cu panta } >5^\circ$$

8. Calculul coordonatelor relative compensate

$$\Delta X_{A1} = \Delta X_{A1}^{\cdot} + k_x D_{A1}$$

$$\Delta X_{12} = \Delta X_{12}^{\cdot} + k_x D_{12}$$

$$\Delta X_{2C} = \Delta X_{2C}^{\cdot} + k_x D_{2C}$$

$$\Delta Y_{A1} = \Delta Y_{A1}^{\cdot} + k_y D_{A1}$$

$$\Delta Y_{12} = \Delta Y_{12}^{\cdot} + k_y D_{12}$$

$$\Delta Y_{2C} = \Delta Y_{2C}^{\cdot} + k_y D_{2C}$$

Verificare

$$\sum \Delta X = X_C - X_A$$

$$\sum \Delta Y = Y_C - Y_A$$

9. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor de drumuire

$$X_1 = X_A + \Delta X_{A1}$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{12}$$

$$X_C = X_2 + \Delta X_{2C}$$

$$Y_1 = Y_A + \Delta Y_{A1}$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12}$$

$$Y_C = Y_2 + \Delta Y_{2C}$$

Verificarea calculului coordonatelor punctului C se face prin compararea coordonatelor determinate prin calcul cu cele date inițial.

ATENȚIE! Explicațiile de mai sus sunt pentru două stații noi (punctele 1 și 2), dar algoritmul de calcul este același indiferent de numărul de stații noi.

4.5 Drumuirea planimetrică sprijinită la capete – problemă rezolvată

Se dau:

1. Coordonatele planimetrice ale punctelor de sprijin:

Nr. Pct.	X(m)	Y(m)
A	1539,195	3615,127
B	845,881	2335,036
C	2107,625	3021,342
D	2244,572	2818,391

2. Măsurătorile efectuate pe teren

PS	PV	UNGHI VERTICAL	UNGHI ORIZZONTAL	DIST. ÎNCLINATĂ MĂSURATĂ
A	B			
i=1.543	500	99.9976	89,9230	213.036
500	256	100.0024		213.002
i=1.602	501	99.9745	134,8965	117.146
501	500	100.0255		117.120
i=1.589	502	99.9727	267,3944	144.394
502	501	100.0273		144.404
i=1.594	503	100.0310	207,1046	209.520
503	502	99.9690		209.546
i=1.618	C	99.9595	170,5514	196.543
C	503	100.0405		196.583
i=1.599	D		199,5217	

Se cere să se calculeze coordonatele punctelor noi de drumuire 500, 501, 502, 503

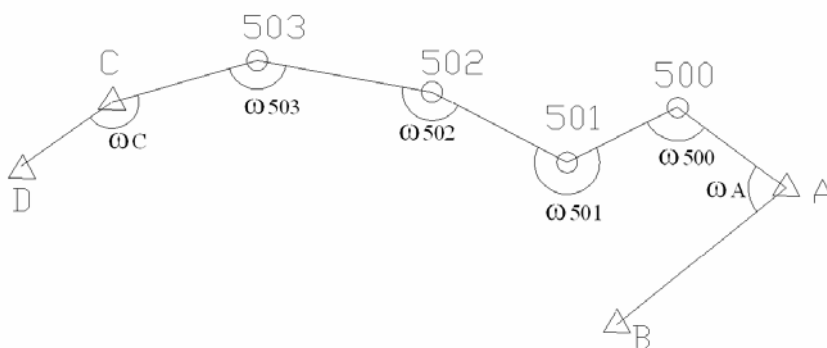


Figura 4.10 Drumuirea planimetrică sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute

Rezolvare

1. Calculul orientărilor punctelor de sprijin

$$\theta_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = 268.3994$$

$$\theta_{CD} = \arctg \frac{Y_D - Y_C}{X_D - X_C} = 337.7896$$

2. Calculul orientărilor provizorii între punctele de drumuire

$$\begin{aligned}\hat{\theta}_{A500} &= \theta_{AB} + \omega_A = 268.3994 + 89.9230 = 358.3224 \\ \hat{\theta}_{500-501} &= \hat{\theta}_{500-A} + \omega_{500} = 158.3224 + 134.8965 = 293.2189 \\ \hat{\theta}_{501-502} &= \hat{\theta}_{501-500} + \omega_{501} = 93.2189 + 267.3944 = 360.6133 \\ \hat{\theta}_{502-503} &= \hat{\theta}_{502-501} + \omega_{502} = 160.6133 + 207.1046 = 367.7179 \\ \hat{\theta}_{503-C} &= \hat{\theta}_{503-502} + \omega_{503} = 167.7179 + 170.5514 = 338.2693 \\ \hat{\theta}_{CD} &= \hat{\theta}_{c-503} + \omega_c = 138.2693 + 199.5217 = 337.7910\end{aligned}$$

3. Calculul erori și corecției orientării de drumuire

$$\begin{aligned}e_{\theta} &= \hat{\theta}_{CD} - \theta_{CD} = 337.7910 - 337.7896 = 14^{cc} \\ c_{\theta} &= -e_{\theta} = -14^{cc} \\ k_{\theta} &= \frac{c_{\theta}}{n} = \frac{-14^{cc}}{6} = 0.0002^{cc}\end{aligned}$$

Unde n este numărul de stații de drumuire

4. Calculul orientărilor definitive ale punctelor de drumuire

$$\begin{aligned}\theta_{A-500} &= \hat{\theta}_{A-500} + k_{\theta} = 358.3224 - 0.0002 = 358.3222 \\ \theta_{500-501} &= \hat{\theta}'_{500-5001} + 2k_{\theta} = 293.2189 - 0.0004 = 293.2185 \\ \theta_{501-502} &= \hat{\theta}'_{501-502} + 3k_{\theta} = 360.6133 - 0.0006 = 360.6127 \\ \theta_{502-503} &= \hat{\theta}'_{502-503} + 4k_{\theta} = 367.7179 - 0.0008 = 367.7171 \\ \theta_{503-C} &= \hat{\theta}'_{503-C} + 5k_{\theta} = 338.2693 - 0.0010 = 338.2683 \\ \theta_{CD} &= \hat{\theta}'_{CD} + 6k_{\theta} = 337.7910 - 0.0014 = 337.7896\end{aligned}$$

5. Calculul distanțelor reduse la orizont

$$\begin{aligned}D_{A-500} &= L_{A-500} \sin z_{A-500} = 213.036 \sin 99.9976 = 213.036m \\ D_{500-A} &= L_{500-A} \sin z_{500-A} = 213.002 \sin 100.0024 = 213.002m \\ D_{A-500} &= \frac{213.036 + 213.002}{2} = 213.019m \\ D_{500-501} &= L_{500-501} \sin z_{500-501} = 117.146 \sin 99.9745 = 117.146m \\ D_{501-500} &= L_{501-500} \sin z_{501-500} = 117.120 \sin 100.0255 = 117.120m \\ D_{500-501} &= \frac{117.146 + 117.120}{2} = 117.133 \\ D_{501-502} &= L_{501-502} \sin z_{501-502} = 144.394 \sin 99.9727 = 144.394m \\ D_{502-501} &= L_{502-501} \sin z_{502-501} = 144.404 \sin 100.0273 = 144.404m \\ D_{501-502} &= \frac{144.394 + 144.404}{2} = 144.399m\end{aligned}$$

$$D_{502-503} = L_{502-503} \sin z_{502-503} = 209.520 \sin 100.0310 = 209.520m$$

$$D_{503-502} = L_{503-502} \sin z_{502-503} = 209.546 \sin 99.9690 = 209.546m$$

$$D_{502-503} = \frac{209.520 + 209.546}{2} = 209.533m$$

$$D_{503-C} = L_{503-C} \sin z_{503-C} = 196.543 \sin 99.9595 = 196.543m$$

$$D_{C-503} = L_{C-503} \sin z_{C-503} = 196.583 \sin 100.0405 = 196.583m$$

$$D_{503-C} = \frac{196.543 + 196.583}{2} = 196.563m$$

6. Calculul coordonatelor relative provizorii

$$\Delta X_{A-500}^{\wedge} = D_{A-500} \cos \theta_{A-500} = 168.977m$$

$$\Delta X_{500-501}^{\wedge} = D_{500-501} \cos \theta_{500-501} = -12.454m$$

$$\Delta X_{501-502}^{\wedge} = D_{501-502} \cos \theta_{501-502} = 117.633m$$

$$\Delta X_{502-503}^{\wedge} = D_{502-503} \cos \theta_{502-503} = 183.165m$$

$$\Delta X_{503-C}^{\wedge} = D_{503-C} \cos \theta_{503-C} = 111.169m$$

$$\Delta Y_{A-501}^{\wedge} = D_{A-501} \sin \theta_{A-501} = -129.707m$$

$$\Delta Y_{500-501}^{\wedge} = D_{500-501} \sin \theta_{500-501} = -116.469m$$

$$\Delta Y_{501-502}^{\wedge} = D_{501-502} \sin \theta_{501-502} = -83.747m$$

$$\Delta Y_{502-503}^{\wedge} = D_{502-503} \sin \theta_{502-503} = -101.758m$$

$$\Delta Y_{503-C}^{\wedge} = D_{503-C} \sin \theta_{503-C} = -162.106m$$

7. Calculul erorii și corecției coordonatelor relative

$$e_x = \sum \Delta X' - (X_C - X_A) = 568.490 - (568.430) = 0.06m$$

$$c_x = -e_x = -0.06m$$

$$k_x = \frac{c_x}{\sum D} = \frac{-0.06}{880.647} = -0.000068131$$

$$e_y = \sum \Delta Y' - (Y_C - Y_A) = -593.787 - (-593.785) = -0.002m$$

$$c_y = -e_y = 0.002m$$

$$k_y = \frac{c_y}{\sum D} = \frac{0.002}{880.647} = 0.000002271$$

8. Calculul coordonatelor relative compensate

$$\Delta X_{A-500} = \Delta X_{A-500}^{\wedge} + k_x D_{A-500} = 168.977 - 0.015 = 168.962m$$

$$\Delta X_{500-501} = \Delta X_{500-501}^{\wedge} + k_x D_{500-501} = -12.454 - 0.008 = -12.462m$$

$$\Delta X_{501-502} = \Delta X_{501-502}^{\wedge} + k_x D_{501-502} = 117.633 - 0.010 = 117.623m$$

$$\Delta X_{502-503} = \Delta X_{502-503}^{\wedge} + k_x D_{502-503} = 183.165 - 0.014 = 183.151m$$

$$\Delta X_{503-C} = \Delta X_{503-C}^{\wedge} + k_x D_{503-C} = 111.169 - 0.013 = 111.156m$$

$$\begin{aligned}\Delta Y_{A-500} &= \Delta Y_{A-500}^{\wedge} + k_y D_{A-500} = -129.707 + 0.001 = -129.706m \\ \Delta Y_{500-501} &= \Delta Y_{500-501}^{\wedge} + k_y D_{500-501} = -116.469m \\ \Delta Y_{501-502} &= \Delta Y_{501-502}^{\wedge} + k_y D_{501-502} = -83.747m \\ \Delta Y_{502-503} &= \Delta Y_{502-503}^{\wedge} + k_y D_{502-503} = -101.758 + 0.001 = -101.757m \\ \Delta Y_{503-C} &= \Delta Y_{503-C}^{\wedge} + k_y D_{503-C} = -162.106m\end{aligned}$$

Verificare

$$\begin{aligned}\sum \Delta X &= X_C - X_A = 568.43 \\ \sum \Delta Y &= Y_C - Y_A = -593.785\end{aligned}$$

9. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor de drumuire

$$\begin{aligned}X_{500} &= X_A + \Delta X_{A-500} = 1539.195 + 168.962 = 1708.157m \\ X_{501} &= X_{500} + \Delta X_{500-501} = 1708.157 - 12.462 = 1695.695m \\ X_{502} &= X_{501} + \Delta X_{501-502} = 1695.695 + 117.623 = 1813.318m \\ X_{503} &= X_{502} + \Delta X_{502-503} = 1813.318 + 183.151 = 1996.469m \\ X_C &= X_{503} + \Delta X_{503-C} = 1996.469 + 111.156 = 2107.625m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{500} &= Y_A + \Delta Y_{A-500} = 3615.127 - 129.706 = 3485.421m \\ Y_{501} &= Y_{500} + \Delta Y_{500-501} = 3485.421 - 116.469 = 3368.952m \\ Y_{502} &= Y_{501} + \Delta Y_{501-502} = 3368.952 - 83.747 = 3285.205m \\ Y_{503} &= Y_{502} + \Delta Y_{502-503} = 3285.205 - 101.757 = 3183.345m \\ Y_C &= Y_{503} + \Delta Y_{503-C} = 3183.345 - 162.106 = 3021.342m\end{aligned}$$

Observație!

Calculul final al coordonatelor punctului C reprezintă verificarea finală, deoarece valorile calculate ale coordonatelor X_C și Y_C trebuie să fie egale cu valorile inițiale ale acestui punct.

4.6 Ridicarea planimetrică a detaliilor

4.6.1. Metoda coordonatelor polare

Se dau: **coordoanatele punctelor de drumuire: 1, 2, 3, 4**

Se măsoară: **distanțele înclinate din punctele de drumuire către punctele radiate, direcțiile unghiulare orizontale și unghiurile verticale**

Se cere să se calculeze **coordoanatele X, Y, H ale punctelor radiate: 201, 202, 203, 301, 302, 303**

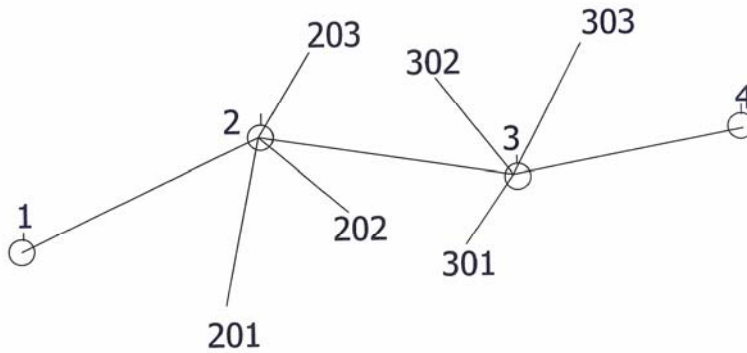


Figura 4.11 Metoda coordonatelor polare

Etape de calcul

1. Calculul distanțelor orizontale

$$D_{ij} = L_{ij} \cos \alpha_{ij}$$

Unde: L_{ij} este distanța înclinată măsurată între punctul de drumuire și punctul radiat;

α_{ij} este unghiul vertical (unghi de pantă) măsurat între punctul de drumuire și punctul radiat.

De exemplu: $D_{2-201} = L_{2-201} \cos \alpha_{2-201}$

2. Calculul unghiului de orientare al stației 2

$$\alpha_2' = \theta_{2-1} - dir_1$$

$$\alpha_2'' = \theta_{2-3} - dir_3$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_2' + \alpha_2''}{2}$$

3. Calculul unghiului de orientare al stației 3

$$\alpha_3' = \theta_{3-2} - dir_2$$

$$\alpha_3'' = \theta_{3-4} - dir_4$$

$$\alpha_3 = \frac{\alpha_3' + \alpha_3''}{2}$$

4. Calculul orientărilor punctelor radiate

$$\theta_{2-i} = \alpha_2 + dir_i$$

$$\theta_{3-j} = \alpha_3 + dir_j$$

De exemplu:

$$\theta_{2-201} = \alpha_2 + dir_{201}$$

$$\theta_{3-301} = \alpha_3 + dir_{301}$$

5. Calculul creșterilor de coordonate

$$\Delta X_{2-i} = D_{2-i} \cos \theta_{2-i}$$

$$\Delta Y_{2-i} = D_{2-i} \sin \theta_{2-i}$$

$$\Delta X_{3-j} = D_{3-j} \cos \theta_{3-j}$$

$$\Delta Y_{3-j} = D_{3-j} \sin \theta_{3-j}$$

De exemplu

$$\Delta X_{2-201} = D_{2-201} \cos \theta_{2-201}$$

$$\Delta Y_{2-201} = D_{2-201} \sin \theta_{2-201}$$

$$\Delta X_{3-301} = D_{3-301} \cos \theta_{3-301}$$

$$\Delta Y_{3-301} = D_{3-301} \sin \theta_{3-301}$$

6. Calculul coordonatelor absolute

$$X_i = X_2 + \Delta X_{2-i}$$

$$Y_i = Y_2 + \Delta Y_{2-i}$$

$$X_j = X_3 + \Delta X_{3-j}$$

$$Y_j = Y_3 + \Delta Y_{3-j}$$

De exemplu

$$X_{201} = X_2 + \Delta X_{2-201}$$

$$Y_{201} = Y_2 + \Delta Y_{2-201}$$

$$X_{301} = X_3 + \Delta X_{3-201}$$

$$Y_{301} = Y_3 + \Delta Y_{3-201}$$

Concluzie: Coordonatele punctelor radiate se determină în funcție de coordonatele punctului de stație din care a fost măsurat punctul respectiv.

4.6.2. Metoda coordonatelor rectangulare (terenuri cu panta mai mică de 5°)

Se dau: **coordonatele punctelor de drumuire 1, 2, 3**

Se cer: **coordonatele X și Y ale punctelor radiate A și B, puncte aflate pe colțurile unei clădiri.**

Se măsoară cu panglica distanțele D_1 , D_2 , D_3 . Latura AB este paralelă cu latura 23, astfel încât vom duce perpendiculare din punctele A și B pe latura 23 obținând punctele A_1 și B_1 . Distanța D_1 este măsurată de la punctul 2 la punctul A_1 , D_2 este lungimea perpendicularei AA_1 , iar D_3 este lungimea laturii AB.

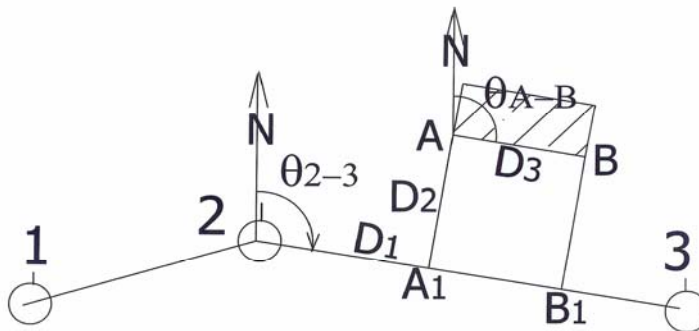


Figura 4.12 Metoda coordonatelor rectangulare

Etapa de calcul

1. Calculul orientării laturii 23

$$\theta_{2-3} = \arctg \frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2}$$

2. Calculul coordonatelor punctului A₁

$$\Delta X_{2-A1} = D_1 \cos \theta_{2-3}$$

$$\Delta Y_{2-A1} = D_1 \sin \theta_{2-3}$$

$$X_{A1} = X_2 + \Delta X_{2-A1}$$

$$Y_{A1} = Y_2 + \Delta Y_{2-A1}$$

3. Calculul coordonatelor punctului A

$$\theta_{A-A1} = \theta_{2-A1} - 100^\circ$$

$$\Delta X_{A-A1} = D_2 \cos \theta_{A-A1}$$

$$\Delta Y_{A-A1} = D_2 \sin \theta_{A-A1}$$

$$X_A = X_{A1} + \Delta X_{A-A1}$$

$$Y_A = Y_{A1} + \Delta Y_{A-A1}$$

4. Calculul coordonatelor punctului B

$$\theta_{A-B} = \theta_{2-3}$$

$$\Delta X_{A-B} = D_3 \cos \theta_{A-B}$$

$$\Delta Y_{A-B} = D_3 \sin \theta_{A-B}$$

$$X_B = X_A + \Delta X_{A-B}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{A-B}$$

CAPITOLUL 5 NIVELMENT

Nivelmentul sau altimetria reprezintă acea parte din topografie care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor de determinare a altitudinii punctelor de pe suprafața topografică și reprezentarea în plan a reliefului terenului. Prin aceste determinări se va afla și cea de-a treia coordonată a unui punct: H. Cotele se determină față de suprafața de nivel zero, sau față de o suprafață de referință aleasă arbitrar. Tot prin determinări nivelitice vom afla și diferențele de nivel dintre două puncte A și B: ΔH_{A-B} . Diferența de nivel este o distanță pe verticală dintre două puncte prin care trec două suprafețe de nivel.

În funcție de aparatura utilizată și de metodele de lucru adoptate, nivelmentul se poate clasifica în:

- nivelment geometric;
- nivelment trigonometric;
- nivelment hidrostatic;
- nivelment barometric.

5.1 Nivelment geometric

Principiul acestuia constă în faptul că axa de vizare este orizontală. Măsurătorile se execută cu nivela și mira.

În funcție de poziția instrumentului față de punctele măsurate nivelmentul geometric se clasifică în:

- nivelment geometric de mijloc;
- nivelment geometric de capăt

5.1.1 Nivelment geometric de mijloc

Se dau: H_A – cota punctului A

Se măsoară: C_A și C_B – citirile pe mira instalată în punctele A și B

Se cer: H_B – cota punctului B și ΔH_{AB} – diferența de nivel între punctele A și B

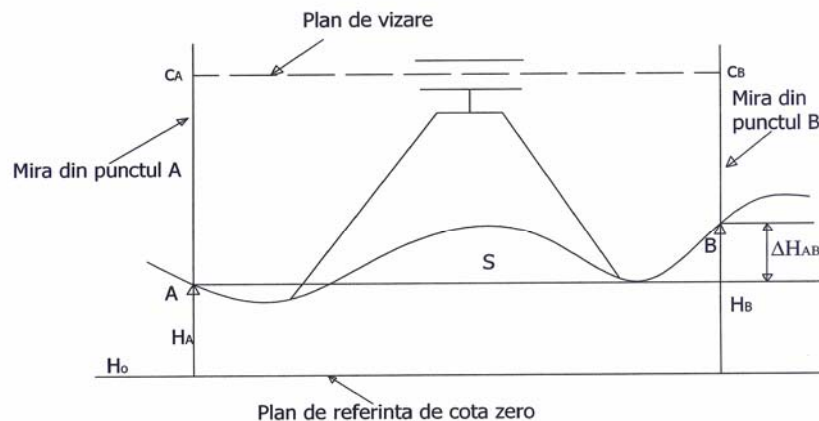


Figura 5.1 Principiul nivelmentului geometric de mijloc

Modul de lucru pe teren

Se instalează nivela la jumătatea distanței dintre punctele A și B, se orizontalizează și se efectuează citiri pe mirele așezate în punctele A și B (C_A și C_B).

Modul de calcul a cotei și diferenței de nivel

Principiul nivelmentului geometric, cel al vizei orizontale conduce la raționamentul că planul de vizare al instrumentului este paralel cu planul de referință. De aici rezultă faptul că dreptele cuprinse între paralele sunt egale, adică:

$$C_A + H_A = C_B + H_B$$

Deoarece H_A este cota punctului cunoscut rezultă:

$$H_B = H_A + (C_A - C_B)$$

Dar se poate observa că: $\Delta H_{AB} = C_A - C_B$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

Trebuie făcută mențiunea că diferența de nivel poate fi pozitivă sau negativă în funcție de poziția punctului A față de B, astfel:

Dacă A este mai jos decât B, $C_A > C_B \Rightarrow \Delta H_{AB} > 0$

A este mai sus decât B, $C_A < C_B \Rightarrow \Delta H_{AB} < 0$

Tot aici se pot defini următoarele elemente:

portee – distanța dintre aparat și miră

niveleu – distanța dintre cele două mire

5.1.2 Nivelment geometric de capăt

Se dau: H_A – cota punctului A

Se măsoară: I și c_B – înălțimea aparatului în A și citirea pe mira instalată în punctul B

Se cer: H_B – cota punctului B și ΔH_{AB} – diferența de nivel între punctele A și B

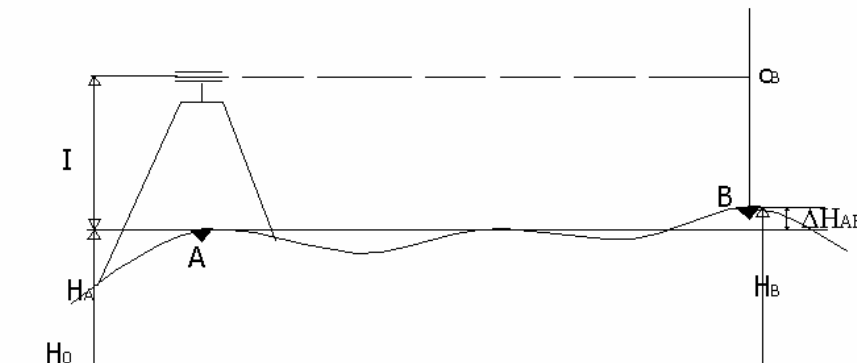


Figura 5.2 Principiul nivelmentului geometric de capăt

Modul de lucru pe teren

Se instalează nivela deasupra punctului A, se orizontalizează și se măsoară înălțimea I a aparatului apoi se efectuează citirea pe mira așezată în punctul B (c_B).

Modul de calcul a cotei și diferenței de nivel

Principiul nivelmentului geometric, cel al vizei orizontale conduce la raționamentul că planul de vizare al instrumentului este paralel cu planul de referință. De aici rezultă faptul că dreptele cuprinse între paralele sunt egale, adică:

$$I+H_A=C_B+H_B$$

Deoarece H_A este cota punctului cunoscut rezultă:

$$H_B=H_A+(I-C_B)$$

Dar se poate observa că: $\Delta H_{AB}= I-C_B$

$$H_B=H_A+\Delta H_{AB}$$

Acest procedeu nu se recomandă decât în situații speciale, cum ar fi la verificare și rectificarea instrumentelor de nivelment sau dacă terenul nu permite efectuarea nivelmentului geometric de mijloc. Metoda nu oferă precizie deoarece măsurătorile sunt influențate de erorile reziduale de înclinare ale axei de vizare a instrumentului.

5.2 Metoda radierii de nivelment geometric de mijloc

Se aplică în cazul în care vrem să determinăm cotele mai multor puncte dintr-un singur punct de stație.

Se dau: cota reperului R_{N1}

Se măsoară: citirile pe miră în punctul cunoscut și în cele necunoscute

Se calculează: cotele punctelor necunoscute

Modul de lucru pe teren

Se instalează aparatul la mijlocul distanței dintre punctul cunoscut și cel mai îndepărtat punct necunoscut.

Modul de calcul al diferențelor de nivel și cotelor

Pentru determinarea cotelor punctelor noi există trei modalități de calcul a cotelor:

- ▶ metoda cotei punctului de plecare
- ▶ metoda cotei de la punct la punct
- ▶ metoda cotei planului de vizare

5.2.1 Metoda cotei punctului de capăt

Presupune determinarea diferențelor de nivel și a cotelor în funcție de primul punct astfel:

1. Calculul diferențelor de nivel

$$\Delta H_{RN1-1}=C_{RN1} - C_1$$

$$\Delta H_{RN1-2}=C_{RN1} - C_2$$

$$\Delta H_{RN1-3}=C_{RN1} - C_3$$

2. Calculul cotelor

$$H_1 = H_{RN1}+\Delta H_{RN1-1}$$

$$H_2 = H_{RN1}+\Delta H_{RN1-2}$$

$$H_3 = H_{RN1}+\Delta H_{RN1-3}$$

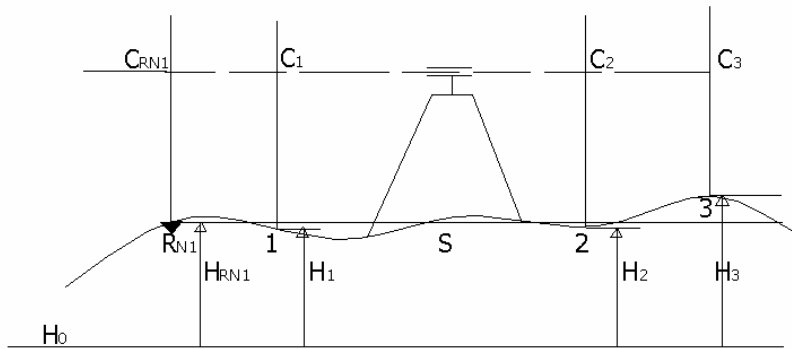


Figura 5.3 Metoda radierii prin nivelment geometric de mijloc – metoda punctului de capăt

5.2.2 Metoda cotei de la punct la punct

Presupune determinarea diferențelor de nivel și a cotelor din punct în punct astfel:

1. Calculul diferențelor de nivel

$$\Delta H_{RN1-1} = C_{RN1} - C_1$$

$$\Delta H_{1-2} = C_1 - C_2$$

$$\Delta H_{2-3} = C_2 - C_3$$

2. Calculul cotelor

$$H_1 = H_{RN1} + \Delta H_{RN1-1}$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H_{1-2}$$

$$H_3 = H_2 + \Delta H_{2-3}$$

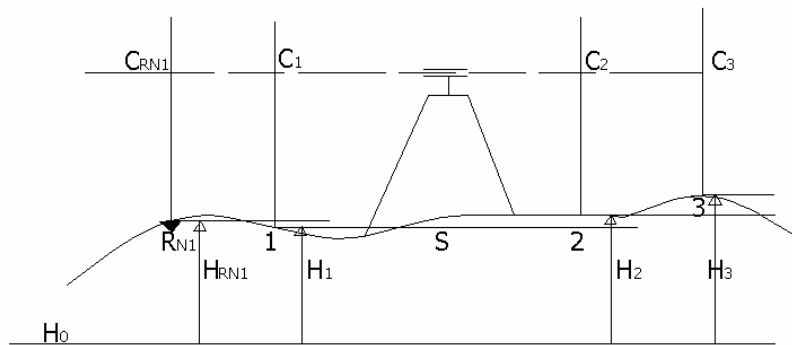


Figura 5.4 Metoda radierii prin nivelment geometric de mijloc – metoda de la punct la punct

5.2.3 Metoda cotei planului de vizare

Presupune determinarea cotelor în funcție de cota planului de vizare astfel:

1. Calculul cotei planului de vizare

$$\Delta H_{pv} = H_{RN1} + C_{RN1}$$

2. Calculul cotelor

$$H_1 = H_{pv} - C_1$$

$$H_2 = H_{pv} - C_2$$

$$H_3 = H_{pv} - C_3$$

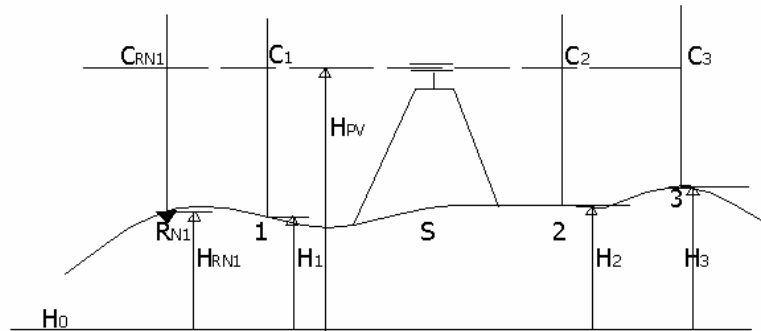


Figura 5.5 Metoda radierii prin nivelment geometric de mijloc – metoda cotei planului de vizare

Concluzii

Se observă că rezultate sunt aceleași, indiferent de metoda aleasă. Se recomandă calculul cotelor cu una din metodele prezentate și verificarea acestora cu una din celelalte două neutilizate.

5.3 Nivelment trigonometric

Metoda se caracterizează prin faptul că se vor determina diferențe de nivel prin măsurarea distanței dintre puncte și a unghiului vertical. Instrumentul utilizat este teodolitul cu ajutorul căruia se vor măsura unghiurile verticale și distanțele. Distanțele pot fi determinate și prin calcul din coordonate dacă acestea au fost determinate anterior.

Principiul nivelmentului trigonometric constă în determinarea diferenței de nivel funcție de distanța orizontală și unghiul vertical.

În cadrul acestei metode se disting două cazuri:

- ▶ viza ascendentă;
- ▶ viza descendentă.

Viza ascendentă

Se dau: cota punctului de stație H_A

Se măsoară: unghiul vertical, înălțimea aparatului, distanța dintre punctul de stație și punctul nou;

Se calculează: cota punctului nou H_B

Modul de lucru pe teren

Se instalează teodolitul deasupra punctului de cotă cunoscută A (se centrează, se calează), se măsoară înălțimea l a aparatului și apoi se vizează semnalul aflat pe punctul nou B. se citește unghiul vertical (zenital z , sau de pantă α).

Modul de calcul

$$\Delta H_{AB} + s = D_{AB} \operatorname{tg} \alpha + l$$

sau

$$\Delta H_{AB} + s = D_{AB} \operatorname{ctg} z + l$$

rezultă

$$\Delta H_{AB} = D_{AB} \operatorname{tg} \alpha + l - s = D_{AB} \operatorname{ctg} z + l - s$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

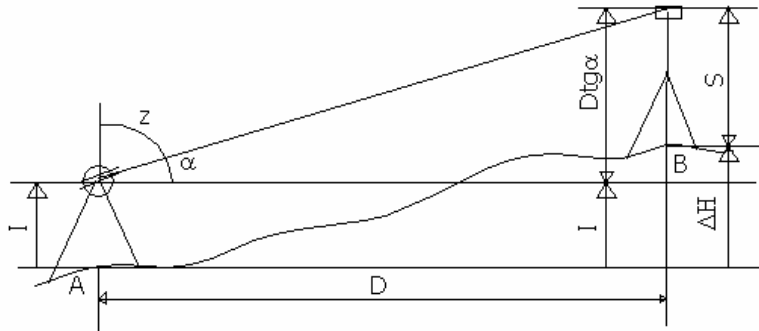


Figura 5.6 Nivelment trigonometric cu viză ascendentă

Viza descendentă

Se dau: cota punctului de stație H_A

Se măsoară: unghiul vertical, înălțimea aparatului, distanța dintre punctul de stație și punctul nou;

Se calculează: cota punctului nou H_B

Modul de lucru pe teren

Se instalează teodolitul deasupra punctului de cotă cunoscută A (se centrează, se calează), se măsoară înălțimea l a aparatului și apoi se vizează semnalul aflat pe punctul nou B. se citește unghiul vertical (zenital z , sau de pantă α).

Modul de calcul

$$\Delta H_{AB} + l = D_{AB} \operatorname{tg} \alpha + s$$

sau

$$\Delta H_{AB} + l = D_{AB} \operatorname{ctg} z + s$$

Unghiul de pantă este negativ, iar unghiul zenital este mai mare de 100° , fapt ce conduce la valori negative pentru tangentă și cotangentă.

$$\Delta H_{AB} = D_{AB} \operatorname{tg} \alpha - l + s = D_{AB} \operatorname{ctg} z - l + s$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

Dacă punctul B poate fi vizat la înălțimea aparatului termenii "l-s" și "s-l" devin zero, iar calculele se vor efectua după relațiile:

$$\Delta H_{AB} = D_{AB} \operatorname{ctg} z = D_{AB} \operatorname{tg} \alpha \quad \text{viza ascendentă}$$

$$\Delta H_{AB} = -D_{AB} \operatorname{ctg} z = -D_{AB} \operatorname{tg} \alpha \quad \text{viza descendentă}$$

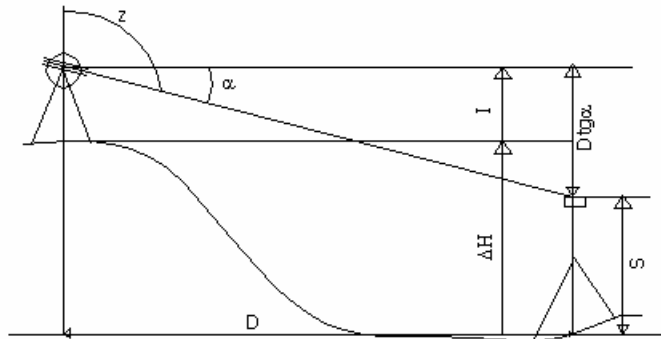


Figura 5.7 Nivelment trigonometric cu viză descendentă

5.4 Probleme rezolvate

PROBLEMA 1 NIVELMENT GEOMETRIC DE MIJLOC

1. Se dau: $H_A = 50,25\text{m}$

Se măsoară: $c_A = 1,074\text{m}$ și $c_B = 0,852\text{m}$

Se cer: H_B – cota punctului B și ΔH_{AB} – diferența de nivel între punctele A și B

$$\Delta H_{AB} = c_A - c_B = 1,074 - 0,852 = 0,222$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 50,25 + 0,222 = 50,472$$

2. Se dau: $H_A = 89,26\text{m}$

Se măsoară: $c_A = 1,158\text{m}$ și $c_B = 1,863\text{m}$

Se cer: H_B – cota punctului B și ΔH_{AB} – diferența de nivel între punctele A și B

$$\Delta H_{AB} = c_A - c_B = 1,158 - 1,863 = -0,705$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 89,26 + (-0,705) = 88,555$$

PROBLEMA 2 NIVELMENT GEOMETRIC DE CAPĂT

1. Se dau: $H_A = 50,25\text{m}$

Se măsoară: $l = 1,50\text{m}$ și $c_B = 0,852\text{m}$

Se cer: H_B – cota punctului B și ΔH_{AB} – diferența de nivel între punctele A și B

$$\Delta H_{AB} = l - c_B = 1,50 - 0,852 = 0,648$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 50,25 + 0,648 = 50,898$$

2. Se dau: $H_A = 89,26\text{m}$

Se măsoară: $l = 1,40\text{m}$ și $c_B = 1,863\text{m}$

Se cer: H_B – cota punctului B și ΔH_{AB} – diferența de nivel între punctele A și B

$$\Delta H_{AB} = l - c_B = 1,40 - 1,863 = -0,463\text{m}$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 89,26 + (-0,463) = 88,797\text{m}$$

PROBLEMA 3 METODA RADIERII DE NIVELMENT GEOMETRIC DE MIJLOC

Se dau $H_{RN1} = 50.35\text{m}$

Se măsoară: $C_{RN1} = 1.023\text{m}$, $C_1 = 1.489\text{m}$, $C_2 = 0.589\text{m}$, $C_3 = 1.756\text{m}$

Se cer: H_1 , H_2 , H_3 prin cele trei metode enunțate mai sus.

1. Metoda cotei punctului de plecare

$$\Delta H_{RN1-1} = C_{RN1} - C_1 = 1.023 - 1.489 = -0,466\text{m}$$

$$\Delta H_{RN1-2} = C_{RN1} - C_2 = 1.023 - 0.589 = 0,434\text{m}$$

$$\Delta H_{RN1-3} = C_{RN1} - C_3 = 1.023 - 1.756 = -0,733\text{m}$$

$$H_1 = H_{RN1} + \Delta H_{RN1-1} = 50.35 - 0.466 = 49,884\text{m}$$

$$H_2 = H_{RN1} + \Delta H_{RN1-2} = 50.35 + 0,434 = 50,784\text{m}$$

$$H_3 = H_{RN1} + \Delta H_{RN1-3} = 50.35 - 0,733 = 49,617\text{m}$$

2. Metoda cotei de la punct la punct

$$\Delta H_{RN1-1} = C_{RN1} - C_1 = 1.023 - 1.489 = -0,466\text{m}$$

$$\Delta H_{1-2} = C_1 - C_2 = 1,489 - 0,589 = 0,900\text{m}$$

$$\Delta H_{2-3} = C_2 - C_3 = 0,589 - 1,756 = -1,167\text{m}$$

$$H_1 = H_{RN1} + \Delta H_{RN1-1} = 50.35 - 0.466 = 49,884\text{m}$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H_{1-2} = 49,884 + 0,900 = 50,784\text{m}$$

$$H_3 = H_2 + \Delta H_{2-3} = 50,784 - 1,167 = 49,617\text{m}$$

3. Metoda planului de vizare

$$\Delta H_{pv} = H_{RN1} + C_{RN1} = 50,35 + 1,023 = 51,373\text{m}$$

$$H_1 = H_{pv} - C_1 = 51,373 - 1,489 = 49,884\text{m}$$

$$H_2 = H_{pv} - C_2 = 51,373 - 0,589 = 50,784\text{m}$$

$$H_3 = H_{pv} - C_3 = 51,373 - 1,756 = 49,617\text{m}$$

PROBLEMA 4 NIVELMENT TRIGONOMETRIC

1. Nivelment trigonometric viză ascendentă

Se dau: $H_A = 45.75\text{m}$, $z = 75,32^\circ$, $X_A = 312\text{m}$, $Y_A = 567\text{m}$, $X_B = 328\text{m}$, $Y_B = 559\text{m}$, $l = 1.50\text{m}$, $s = 4,00\text{m}$

Se cere: H_B

Rezolvare

$$\alpha = 100 - z = 100 - 75,32 = 24,68^\circ$$

$$D = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} = \sqrt{256 + 64} = \sqrt{320} = 17,888\text{m}$$

$$\text{tg}\alpha = 0,40833, \text{ctgz} = 0,40833$$

$$\Delta H_{AB} + s = D_{AB} \text{tg}\alpha + l$$

sau

$$\Delta H_{AB} + s = D_{AB} \text{ctgz} + l$$

rezultă

$$\Delta H_{AB} = D_{AB} \operatorname{tg} \alpha + l - s = 17,888 * 0,40833 + 1,50 - 4,00 = 4,804 \text{m}$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 45,75 + 4,804 = 50,554 \text{m}$$

2. Nivelment trigonometric viză descendentă

Se dau: $H_A = 45,75 \text{m}$, $z = 125,42^\circ$, $X_A = 312 \text{m}$, $Y_A = 567 \text{m}$, $X_B = 328 \text{m}$, $Y_B = 559 \text{m}$,
 $l = 1,50 \text{m}$, $s = 4,00 \text{m}$

Se cere: H_B

Rezolvare

$$\alpha = 100 - z = 100 - 125,42 = -25,42^\circ$$

$$D = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} = \sqrt{256 + 64} = \sqrt{320} = 17,888 \text{m}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = -0,42196, \operatorname{ctg} z = -0,42196$$

$$\Delta H_{AB} = -D_{AB} \operatorname{tg} \alpha - l + s = -D_{AB} \operatorname{ctg} z - l + s = 17,888 * (-0,42196) - 1,50 + 4,00 = -5,048$$

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 45,75 - 5,048 = 40,702 \text{m}$$

5.5 Drumuirea de nivelment geometric de mijloc sprijinită la capete

Se dau cotele reperilor H_{R1} , H_{R2} și citirile pe miră

PS	PV	Citiri pe miră		Citiri medii	
		Înapoi	Înainte	Înapoi	Înainte
S ₁	R ₁	C _S C _{mR1} C _j		C _{R1}	
	1		C _S C _{m1} C _j		C ₁
S ₂	1	C _S C _{m1} C _j		C ₁	
	2		C _S C _{m2} C _j		C ₂
S ₃	2	C _S C _m C _j		C ₂	
	3		C _S C _m C _j		C ₃
S ₄	3	C _S C _m C _j		C ₃	
	R ₂		C _S C _m C _j		C _{R2}
				$\sum a$	$\sum b$

Verificare: $\sum a - \sum b = H_{R2} - H_{R1}$

$$e_h = H_{R2} - H_{R1} - (\sum a - \sum b)$$

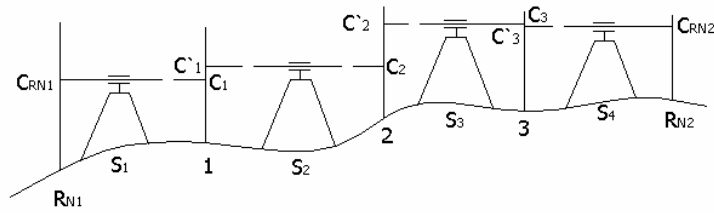


Figura 5.8 Drumuire de nivelment geometric sprijinită la capete

Se cere să se calculeze cotele punctelor 1, 2, 3

Modul de lucru pe teren

Pentru determinarea cotelor punctelor de drumuire se va executa nivelment geometric de mijloc. Se vor face stații la mijlocul distanței dintre două puncte de drumuire și se vor executa citiri pe miră la cele trei fire reticulare: c_s , c_j și c_m . Este necesar să se efectueze citiri la toate trei firele pentru a avea controlul citirii de mijloc:

$$c_m = \frac{c_s + c_j}{2}$$

Punctele citite sunt de două tipuri: puncte înapoi și puncte înainte. Punctul care este înapoi într-o stație va fi punct înainte pentru stația următoare.

Pentru eliminarea erorilor de divizare ale mirelor se recomandă să se lucreze cu două mire, iar numărul niveleurilor să fie par, astfel încât mira care stă pe punctul de pornire să fie și pe punctul de închidere.

Rezolvare

1. Calculul diferențelor de nivel relative dintre punctele de drumuire

$$\Delta H_{R1-1} = C_{R1} - C_1$$

$$\Delta H_{1-2} = C_1 - C_2$$

$$\Delta H_{2-3} = C_2 - C_3$$

$$\Delta H_{3-R2} = C_3 - C_{R2}$$

Verificare

$$\sum \Delta H = \sum a - \sum b$$

2. Calculul erorii și corecțiilor

$$e_h = \sum \Delta H - (\sum a - \sum b)$$

$$c_h = -e_h$$

$$k_h = \frac{c_h}{\sum D}$$

3. Calculul diferențelor de nivel compensate

$$\Delta H_{R1-1} = \Delta H'_{R1-1} + k_h D_1$$

$$\Delta H_{1-2} = \Delta H'_{1-2} + k_h D_2$$

$$\Delta H_{2-3} = \Delta H'_{2-3} + k_h D_3$$

$$\Delta H_{3-R2} = \Delta H'_{3-R2} + k_h D_4$$

Verificare

$$\sum \Delta H = H_{R2} - H_{R1}$$

4. Calculul cotelor absolute

$$H_1 = H_{R1} + \Delta H_{R1-1}$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H_{1-2}$$

$$H_3 = H_2 + \Delta H_{2-3}$$

$$H_{R2} = H_3 + \Delta H_{3-R2}$$

Verificare

H_{R2} calculat prin transmiterea cotelor este egal cu H_{R2} cunoscut din datele problemei.

5.6 Problemă rezolvată - Drumuire de nivelment geometric sprijinită la capete

Se dau cotele reperilor H_{R1} , H_{R2} și citirile pe miră

$H_{R1} = 91.20m$, $H_{R2} = 90.80m$

PS	PV	Citiri pe miră		Citiri medii		Distanțe (m)	
		Înapoi	Înainte	Înapoi	Înainte	Portee	Niveleu
S ₁	R ₁	1.432 1.298 1.164		1.298		26.8	53.2
	1		1.918 1.786 1.654		1.786	26.4	
S ₂	1	1.829 1.699 1.569		1.699		26.0	48
	2		1.324 1.214 1.104		1.214	22.0	
S ₃	2	1.518 1.386 1.254		1.386		26.4	52.6
	3		1.785 1.654 1.523		1.654	26.2	
S ₄	3	1.710 1.580 1.450		1.580		26.0	52.6
	R ₂		1.819 1.686 1.553		1.686	26.6	

$$\sum a = 5.963 \quad \sum b = 6.340$$

$$\sum a - \sum b = 5.963 - 6.340 = -0.377m$$

$$H_{R2} - H_{R1} = 90.80 - 91.20 = -0.400m$$

$$e_h = 0.400 - 0.377 = 0.023m$$

$$\sum D = 206.40m$$

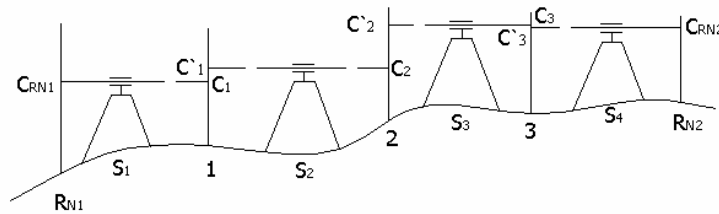


Figura 5.9 Drumuire de nivelment geometric sprijinită la capete

Se cere să se calculeze cotele punctelor 1, 2, 3 și să se deseneze profilul longitudinal prin punctele R₁, 1, 2, 3, R₂

Rezolvare

Etapa I – calculul cotelor punctelor noi

1. Calculul diferențelor de nivel relative dintre punctele de drumuire

$$\Delta H_{R1-1} = 1.298 - 1.786 = -0.488m$$

$$\Delta H_{1-2} = 1.699 - 1.214 = 0.485m$$

$$\Delta H_{2-3} = 1.386 - 1.654 = -0.268m$$

$$\Delta H_{3-R2} = 1.580 - 1.686 = -0.106m$$

Verificare

$$\sum \Delta H = \sum a - \sum b$$

$$-0.377 = -0.377$$

2. Calculul erorii și corecțiilor

$$e_h = 0.023m$$

$$c_h = -0.023m$$

$$k_h = \frac{c_h}{\sum D} = \frac{-0.023}{206.40} = -0.00011143$$

3. Calculul diferențelor de nivel compensate

$$\Delta H_{R1-1} = -0.488 - 0.006 = -0.494m$$

$$\Delta H_{1-2} = 0.485 - 0.005 = 0.480m$$

$$\Delta H_{2-3} = -0.268 - 0.006 = -0.274m$$

$$\Delta H_{3-R2} = -0.106 - 0.006 = -0.112m$$

Verificare

$$\sum \Delta H = -0.400 = H_{R2} - H_{R1}$$

4. Calculul cotelor absolute

$$H_1 = H_{R1} + \Delta H_{R1-1} = 91.20 - 0.494 = 90.706m$$

$$H_2 = H_1 + \Delta H_{1-2} = 90.706 + 0.480 = 91.186m$$

$$H_3 = H_2 + \Delta H_{2-3} = 91.186 - 0.274 = 90.912m$$

$$H_{R2} = H_3 + \Delta H_{3-R2} = 90.912 - 0.112 = 90.80m$$

Verificare

H_{R2} calculat prin transmiterea cotelor este egal cu H_{R2} cunoscut din datele problemei.

Etapa II – întocmirea profilului longitudinal

Pentru întocmirea profilului longitudinal se vor parcurge etapele următoare:

- ▶ se desenează cele două axe pentru D și H perpendiculare una pe cealaltă;
- ▶ se aleg scările de reprezentare pe distanțe și cote, de regulă scara cotelor este de 10 până la 100 de ori mai mare decât cea a distanțelor. În exemplul dat scara distanțelor este 1:2000, iar cea a cotelor 1:10.
- ▶ se reprezintă punctele pe axa distanțelor reducând distanțele la scara aleasă. De exemplu distanța de 53.2m dintre punctele R_1 și 1 va reprezenta la scara 1:2000 2.7cm ș.a.m.d.
- ▶ se alege cota de referință ca fiind o valoare mai mică decât cea mai mică cotă de reprezentat. În exemplul dat vom alege valoarea de 90.60m.
- ▶ se reprezintă punctele în profil;
- ▶ se calculează pantele prin relația

$$p_{AB} \% = \frac{\Delta H_{AB}}{D_{AB}} * 100$$

De exemplu

$$p_{R1-1} \% = \frac{90.706 - 91.2}{53.2} * 100 = 0.9\%$$

Profilul longitudinal rezultat poate fi urmărit în figura 5.10.

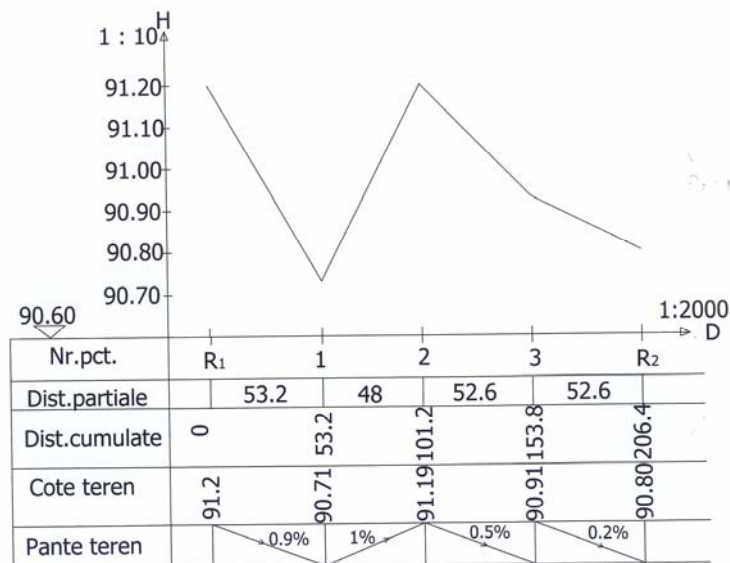


Figura 5.10 Profilul longitudinal

5.7 Probleme propuse spre rezolvare

Problema 1

Se dau măsurătorile dintr-o stație de nivelment geometric de mijloc

$$C_R = 1.025m$$

$$C_1 = 1.255m$$

$C_2 = 0.985\text{m}$
 $C_3 = 1.424\text{m}$
 $C_4 = 1.332\text{m}$
 $H_R = 55.45\text{m}$

Să se calculeze H_1, H_2, H_3, H_4 prin metoda punctului de capăt și să se deseneze profilul longitudinal dacă avem următoarele distanțe:

$D_{R1} = 44\text{m}$
 $D_{12} = 42\text{m}$
 $D_{23} = 40\text{m}$
 $D_{34} = 43\text{m}$

Problema 2

Să se compenseze drumuirea de nivelment geometric sprijinită la capete

PS	PV	Citiri pe miră		Portee
		Înapoi	Înainte	
S ₁	R ₁	1.243		40.3
	1		1.385	41.1
S ₂	1	1.475		43.20
	2		1.561	42.8
S ₃	2	1.546		42.6
	3		1.325	41.8
S ₄	3	1.614		42.4
	R ₂		1.833	42.7

$H_{R1} = 50.33\text{M}, H_{R2} = 50.124\text{M}$

Problema 3

Se dau măsurătorile dintr-o stație de nivelment geometric de mijloc

$C_R = 0.825\text{m}$
 $C_1 = 1.365\text{m}$
 $C_2 = 0.985\text{m}$
 $C_3 = 1.554\text{m}$
 $C_4 = 1.222\text{m}$
 $H_R = 78.45\text{m}$

Să se calculeze H_1, H_2, H_3, H_4 prin metoda de la punct la punct și să se deseneze profilul longitudinal dacă avem următoarele distanțe:

$D_{R1} = 54\text{m}$
 $D_{12} = 52\text{m}$
 $D_{23} = 50\text{m}$
 $D_{34} = 53\text{m}$

CAPITOLUL 6 METODE DE CALCUL A SUPARFEȚELOR

Se dau coordonatele rectangulare ale punctelor 1, 2, 3, 4, 5, 6 în sistem Stereografic 1970

Pct.	X (m)	Y (m)
1	2132	1023
2	2184	1081
3	2122	1137
4	2036	1142
5	2014	1094
6	2044	1032

Se cere să se reprezinte grafic suprafața la scara 1:2000, să se calculeze aria suprafeței definită de cele 6 puncte

Rezolvare

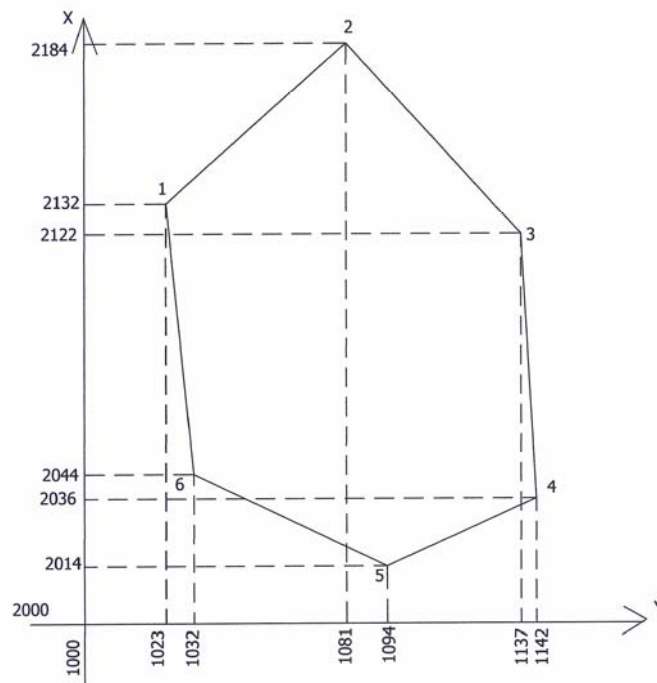


Figura 6.1 Reprezentarea grafică a suprafeței la scara 1:2000

Metoda I – calculul suprafeței prin metoda analitică

Calculul analitic al suprafeței se poate face cu următoarele relații:

$$2S = \sum X_n (Y_{n+1} - Y_{n-1})$$

$$2S = \sum Y_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})$$

Rezultatul va fi același cu oricare din cele două relații se va efectua. Se aplică ambele în ideea de a verifica corectitudinea calculelor.

Calculul cu relația $2S = \sum X_n (Y_{n+1} - Y_{n-1})$

Pct.	X (m)	Y (m)	Formula	Rezultate parțiale
1	2132	1023	$X_1(Y_2 - Y_6)$	104468
2	2184	1081	$X_2(Y_3 - Y_1)$	248976
3	2122	1137	$X_3(Y_4 - Y_2)$	129442
4	2036	1142	$X_4(Y_5 - Y_3)$	- 87548
5	2014	1094	$X_5(Y_6 - Y_4)$	- 221540
6	2044	1032	$X_6(Y_1 - Y_5)$	- 145124

$$2S = 28674$$

$$S = 14337 \text{ m}^2 = 1.43 \text{ ha}$$

Verificare prin calculul suprafeței cu relația $2S = \sum Y_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})$

Pct.	X (m)	Y (m)	Formula	Rezultate parțiale
1	2132	1023	$Y_1(X_6 - X_2)$	-143220
2	2184	1081	$Y_2(X_1 - X_3)$	10810
3	2122	1137	$Y_3(X_2 - X_4)$	168276
4	2036	1142	$Y_4(X_3 - X_5)$	123336
5	2014	1094	$Y_5(X_4 - X_6)$	-8752
6	2044	1032	$X_6(X_5 - X_1)$	-121776

$$2S = 28674$$

$$S = 14337 \text{ m}^2 = 1.43 \text{ ha}$$

Concluzie $S = 14337 \text{ m}^2$ deoarece ambele relații de calcul au dat același rezultat.

Metoda II – calculul suprafeței prin metoda trigonometrică

Suprafața se va împărți în triunghiuri și se vor calcula suprafețele triunghiurilor cu relația $2S = D_i * D_j * \sin \alpha$ unde α este unghiul dintre laturile D_i și D_j .

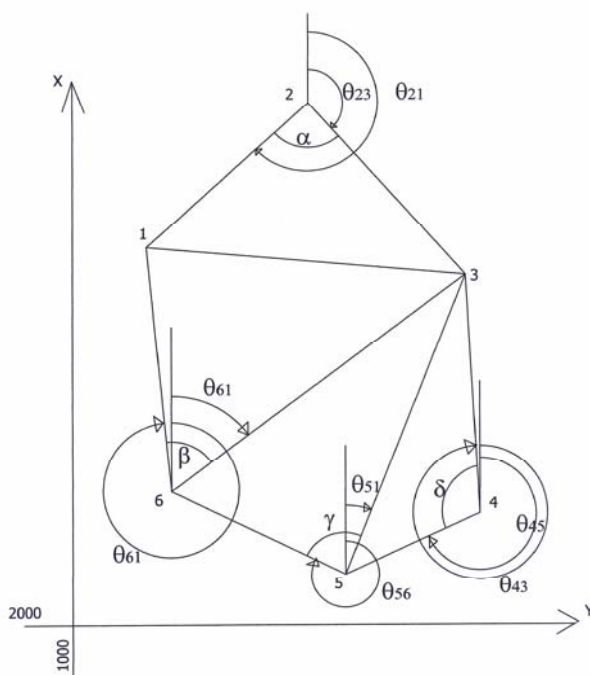


Figura 6.2 Reprezentarea triunghiurilor și a orientărilor calculate

Triunghiul 123

$$D_{12} = \sqrt{52^2 + 58^2} = \sqrt{2704 + 3364} = \sqrt{6068} = 77.897m$$

$$D_{23} = \sqrt{62^2 + 56^2} = \sqrt{3844 + 3136} = \sqrt{6980} = 83.546m$$

$$\alpha = \theta_{21} - \theta_{23}$$

$$\theta_{21} = \arctg \frac{-58}{-52} = \arctg 1.1153846 = 53.4690 = 253.4690$$

$$\theta_{23} = \arctg \frac{+56}{-62} = \arctg 0.90322 = 46.7657 = 153.2343$$

$$\alpha = \theta_{21} - \theta_{23} = 100.2347$$

$$2S_1 = D_{12}D_{23}\sin\alpha = 6507.938 \text{ m}^2$$

$$S_1 = 3253.97 \text{ m}^2$$

Triunghiul 163

$$D_{16} = \sqrt{88^2 + 9^2} = \sqrt{7744 + 81} = \sqrt{7825} = 88.459m$$

$$D_{63} = \sqrt{78^2 + 105^2} = \sqrt{6084 + 11025} = \sqrt{17109} = 130.801m$$

$$\beta = \theta_{63} - \theta_{61}$$

$$\theta_{63} = \arctg \frac{+105}{78} = \arctg 1.3461539 = 59.3255$$

$$\theta_{61} = \arctg \frac{-9}{+88} = \arctg 0.10227 = 6.4883 = 393.5117$$

$$\beta = \theta_{63} - \theta_{61} = 59.3255 - 393.5117 = 459.3255 - 393.5117 = 65.8138$$

$$2S_2 = D_{16}D_{63}\sin\beta = 9941.9706m^2$$

$$S_2 = 4970.98\text{m}^2$$

Triunghiul 563

$$D_{56} = \sqrt{30^2 + 62^2} = \sqrt{900 + 3844} = \sqrt{4744} = 68.877\text{m}$$

$$D_{53} = \sqrt{108^2 + 43^2} = \sqrt{11664 + 1849} = \sqrt{13513} = 116.245\text{m}$$

$$\gamma = 400 - (\theta_{56} - \theta_{53})$$

$$\theta_{56} = \text{arctg} \frac{-62}{+30} = \frac{-}{+} \text{arctg} 2.0666667 = \frac{-}{+} 71.3100 = 328.6900$$

$$\theta_{53} = \text{arctg} \frac{43}{108} = \frac{+}{+} \text{arctg} 0.39814 = 24.1221$$

$$\gamma = 400 - (\theta_{56} - \theta_{53}) = 400 - (328.69 - 24.1221) = 95.4321$$

$$2S_3 = D_{56}D_{53}\sin\gamma = 7986.005\text{m}^2$$

$$S_3 = 3993.00\text{m}^2$$

Triunghiul 453

$$D_{45} = \sqrt{22^2 + 48^2} = \sqrt{484 + 2304} = \sqrt{2788} = 52.801\text{m}$$

$$D_{43} = \sqrt{86^2 + 5^2} = \sqrt{7396 + 25} = \sqrt{7421} = 86.145\text{m}$$

$$\delta = 400 - (\theta_{45} - \theta_{43})$$

$$\theta_{45} = \text{arctg} \frac{-48}{-22} = \frac{-}{-} \text{arctg} 2.181818 = \frac{-}{-} 72.6405 = 272.6405$$

$$\theta_{43} = \text{arctg} \frac{-5}{+86} = \frac{-}{+} \text{arctg} 0.0588139 = \frac{-}{+} 3.6971 = 396.3029$$

$$\delta = 400 - (272.6405 - 396.3029) = 400 - (672.6405 - 396.3029) = 123.6624$$

$$2S_4 = D_{45}D_{43}\sin\delta = 4237.9475\text{m}^2$$

$$S_4 = 2118.97\text{m}^2$$

$$S_{\text{total}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 14336.92\text{m}^2 = 14339\text{m}^2$$

Metode grafice de calcul al suprafețelor

Metodele grafice de determinare a suprafețelor sunt metode expeditivă care dau cu aproximație mărimea suprafețelor. Acest lucru se realizează prin măsurarea pe plan a elementelor ce definesc suprafața și prin diverse artificii matematice se obține mărimea totală a acesteia. Din această categorie fac parte metoda paletei pătratelor și metoda împărțirii suprafeței în figuri geometrice simple.

Metoda paletei pătratelor

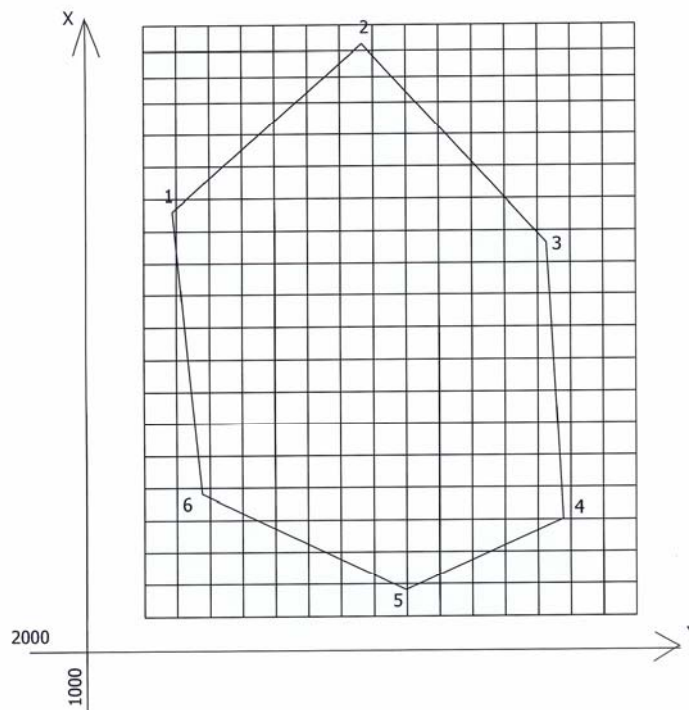


Figura 6.3 Calculul grafic al suprafeței prin metoda paletei pătratelor

Această metodă presupune următoarele etape:

- ▶ pe o foaie de calc se desenează o rețea de pătrate cu latura de 5 sau 10 mm (figura 20.3);
- ▶ se suprapune această rețea de pătrate cu suprafața dată;
- ▶ se calculează aria unui pătrat în funcție de scara planului pe care este reprezentată suprafața. De exemplu dacă scara planului este 1:1000 și latura pătratului este de 10mm, latura acestuia pe teren va fi 10m, iar aria sa va fi de 100m²;
- ▶ numărăm apoi câte pătrate întregi intersectează suprafața, câte jumătăți, sferturi și 3/4;
- ▶ suprafața totală este $S = a^2(n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$;

Unde

a este aria pătratului;

n_1 este numărul de pătrate întregi;

n_2 este numărul de jumătăți de pătrate;

n_3 este numărul de sferturi de pătrate;

n_4 este numărul de 3/4 de pătrate ce intersectează suprafața.

Metoda împărțirii suprafeței în figuri geometrice simple

Deoarece cea mai simplă figură geometrică este triunghiul, vom împărți suprafața dată în triunghiuri (figura 20.4). Împărțirea este arbitrară, singura condiție este să nu intersectăm triunghiurile.

Etapele sunt următoarele:

- ▶ se desenează pe plan înălțimile fiecărui triunghi rezultat;
- ▶ se măsoară pe plan baza și înălțimea fiecărui triunghi;
- ▶ se calculează lungimile bazelor și înălțimilor măsurate în funcție de scara planului pe care lucrăm;
- ▶ se calculează aria fiecărui triunghi cu relația $S_{\Delta} = \frac{B * H}{2}$
- ▶ însumăm suprafețele parțiale obținând suprafața totală.

Pentru ordonarea calculelor se poate face următorul tabel:

Nr.triunghi	Elemente măsurate pe plan		Elemente calculate în teren		Suprafața triunghiului
1	b_1	h_1	B_1	H_1	S_1
2	b_2	h_2	B_1	H_2	S_2
3	b_3	h_3	B_1	H_3	S_3
4	b_4	h_4	B_1	H_4	S_4

$$S = \sum S_i$$

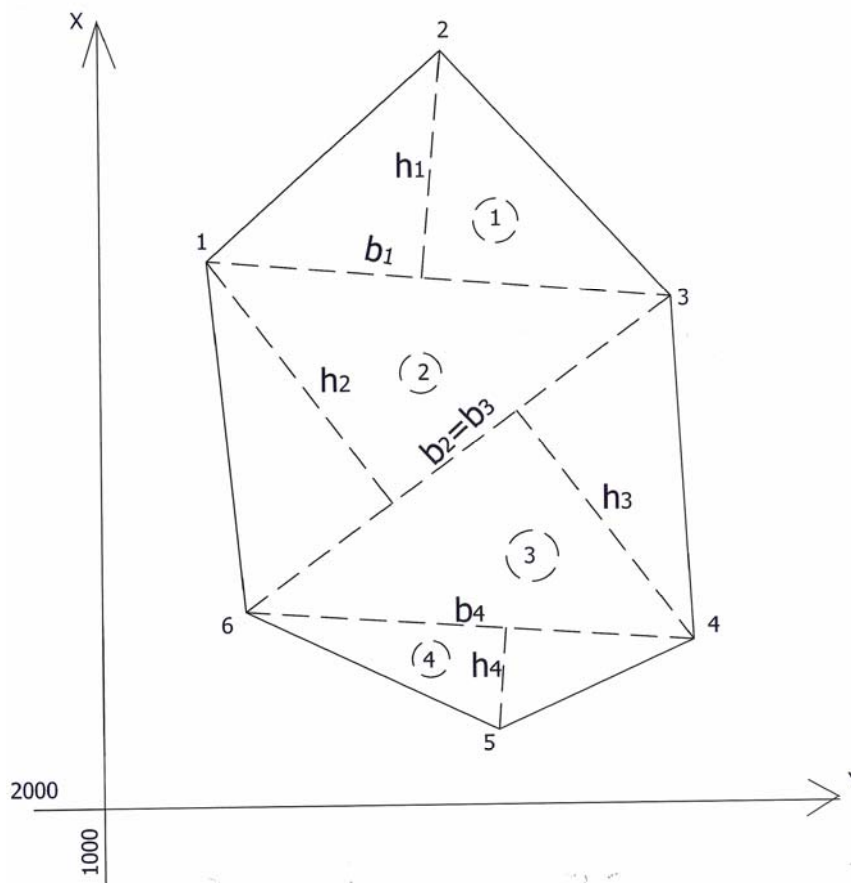


Figura 6.4 Calculul grafic al suprafeței prin împărțirea în triunghiuri

Probleme propuse spre rezolvare

Problema 1

Se dă inventarul de coordonate

Pct.	X(m)	Y(m)
1	2872	1269
2	2820	1320
3	2768	1356
4	2741	1293

Se cere să se rezolve următoarele:

1. Să se reprezinte punctele la scara 1:1000
2. Să se calculeze suprafața poligonului (grafic și analitic)

Problema 2

Se dă inventarul de coordonate

Pct.	X(m)	Y(m)
1	2245	2423
2	2210	2486
3	2174	2455
4	2132	2396

Se cere să se rezolve următoarele:

1. Să se reprezinte punctele la scara 1:1000
2. Să se calculeze suprafața poligonului (grafic și analitic)

Problema 3

Se dă inventarul de coordonate

Pct.	X(m)	Y(m)
1	3871	1268
2	3830	1321
3	3768	1356
4	3741	1293

Se cere să se rezolve următoarele:

1. Să se reprezinte punctele la scara 1:1000
2. Să se calculeze suprafața poligonului (grafic și analitic)

CAPITOLUL 7 NIVELMENTUL SUPRAFEȚELOR

Se dau cotele punctelor de pe o suprafață de 0.8ha. Acestea s-au determinat prin metoda radierii de nivelment geometric de mijloc dintr-o singură stație aflată la mijlocul suprafeței. Suprafața a fost pichetată, rezultând carouri cu latura de 20m. pentru fiecare colț al caroului s-au determinat cote.

Se cere să se traseze curbele de nivel și să se întocmească fișa de nivelare în plan orizontal

Nr.pct.	Cota teren	Nr.pct.	Cota teren
1	100	3.1	99.41
2	99.66	3.2	98.69
3	99.17	3.3	98.62
4	98.81	3.4	98.11
5	98.31	3.5	97.90
1.1	99.43	4.1	99.56
1.2	99.13	4.2	98.48
1.3	98.95	4.3	98.08
1.4	98.70	4.4	97.70
1.5	98.45	4.5	97.53
2.1	99.12	5.1	98.49
2.2	98.72	5.2	98.42
2.3	98.72	5.3	98.05
2.4	98.55	5.4	97.60
2.5	98.25	5.5	97.60

Disponerea punctelor și numerotarea punctelor în colțurile carourilor poate fi urmărită în figura 7.1.

Rezolvare

NOTA! Se vor modifica cotele teren cu numarul de ordine din grupa al studentului

Trasarea curbelor de nivel

Pentru trasarea curbelor de nivel se vor reprezenta punctele pe un plan la scara 1:500 și se va aplica metoda interpolării. Deoarece pe teren latura caroului este de 20m, pe planul 1:500 latura caroului va fi de 4cm.

Echidistanța curbelor de nivel este de 0.50m. Analizând cotele punctelor se va constata că pe plan vor fi 4 curbe de nivel: cea de cotă 99.50m, 99.00m, 98.50m, 98.00m.

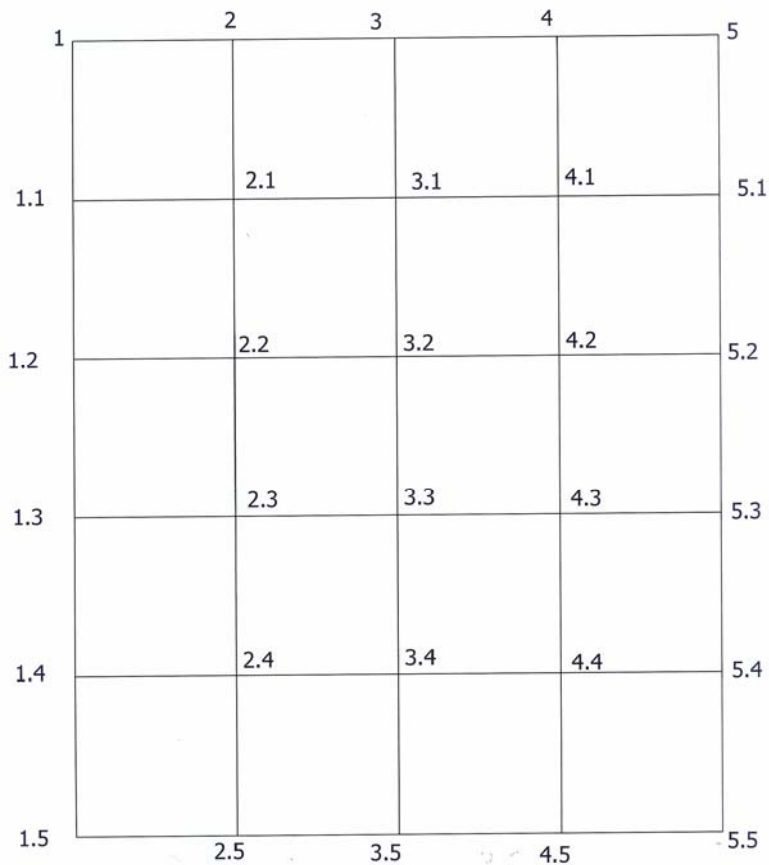


Figura 7.1 Numerotarea colțurilor carourilor

De exemplu pentru a trasa curba de nivel de cotă 99.50 procedăm astfel:

► căutăm punctul de intrare al acesteia prin plan, acesta fiind între punctele 2 și 3;

► pentru a stabili locul exact pe unde va intra curba în plan se face următorul raționament:

$$4\text{cm} \dots\dots 99.66 - 99.17 = 0.49\text{m}$$

$$X\text{cm} \dots\dots 99.66 - 99.50 = 0.16\text{m}$$

$$X = \frac{0.16 \times 4}{0.49} = 1.3\text{cm}$$

Se vor măsura 1.3cm de la punctul 2 și acela va fi punctul pe unde va intra curba de nivel, apoi va trece printre punctele 2 și 2.1 găsind punctul de trecere prin același raționament:

$$4\text{cm} \dots\dots 99.66 - 99.12 = 0.54\text{m}$$

$$X\text{cm} \dots\dots 99.66 - 99.50 = 0.16\text{m}$$

$$X = \frac{0.16 \times 4}{0.54} = 1.2\text{cm}$$

Se măsoară 1.2cm de la punctul 2 către 2.1 și acela va fi punctul următor pe unde trece curba.

Al treilea punct este între punctele 1 și 1.1 care se află la fel:

$$4\text{cm} \dots\dots 100 - 99.43 = 0.57\text{m}$$

$$X\text{cm} \dots\dots 99.50 - 99.43 = 0.07\text{m}$$

$$X = \frac{0.07 \times 4}{0.57} = 0.5\text{cm}$$

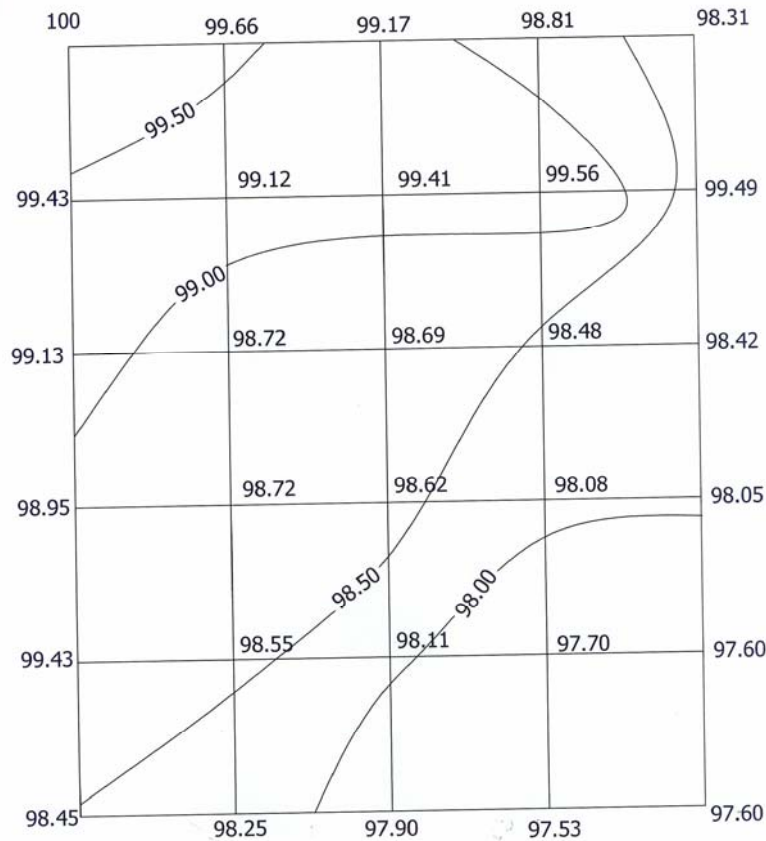


Figura 7.2 Planul cu curbe de nivel

Nivelarea în plan orizontal

Pentru a calcula nivelarea suprafeței în plan orizontal se va calcula cota medie. Aceasta se poate calcula ca medie aritmetică sau ca medie ponderată.

$$H_m = \frac{\sum H_i}{n_i}$$

Unde $\sum H_i$ este suma tuturor cotelor, iar n_i este numărul total de puncte.

$$H_m = \frac{2958.21}{30} = 98.61m$$

$$H_m = \frac{p_1 \sum H_c + p_2 \sum H_m + p_3 \sum H_i}{p_1 n_1 + p_2 n_2 + p_3 n_3}$$

Unde

► p_1 este ponderea punctelor de colț și este $p_1 = \frac{1}{4} = 0.25$ deoarece punctele din colț afectează o pătrime din carou;

► p_2 este ponderea punctelor de pe margine $p_2 = \frac{1}{2} = 0.5$ deoarece punctele de pe margine afectează câte o pătrime din carourile cu care se învecinează, ceea ce conduce la o jumătate de carou;

► p_3 este ponderea punctelor din interior fiind $p_3=1$ deoarece fiecare punct din interior afectează câte o pătrime din carourile cu care se învecinează, ceea ce conduce la un carou întreg.

n_1 este numărul total al punctelor din colțuri;

n_2 este numărul punctelor de pe margine,

n_3 este numărul punctelor din interior.

$$n_1 = 4$$

$$n_2 = 14$$

$$n_3 = 12$$

$\sum H_c = 394.36m$ fiind suma cotelor punctelor din colțuri

$\sum H_m = 1380.09m$ fiind suma cotelor punctelor de pe margine

$\sum H_i = 1183.76m$ fiind suma cotelor punctelor din interior

$$H_m = \frac{98.59 + 690.045 + 1183.76}{20} = 98.62m$$

Schema punctelor poate fi urmărită în figura 7.3

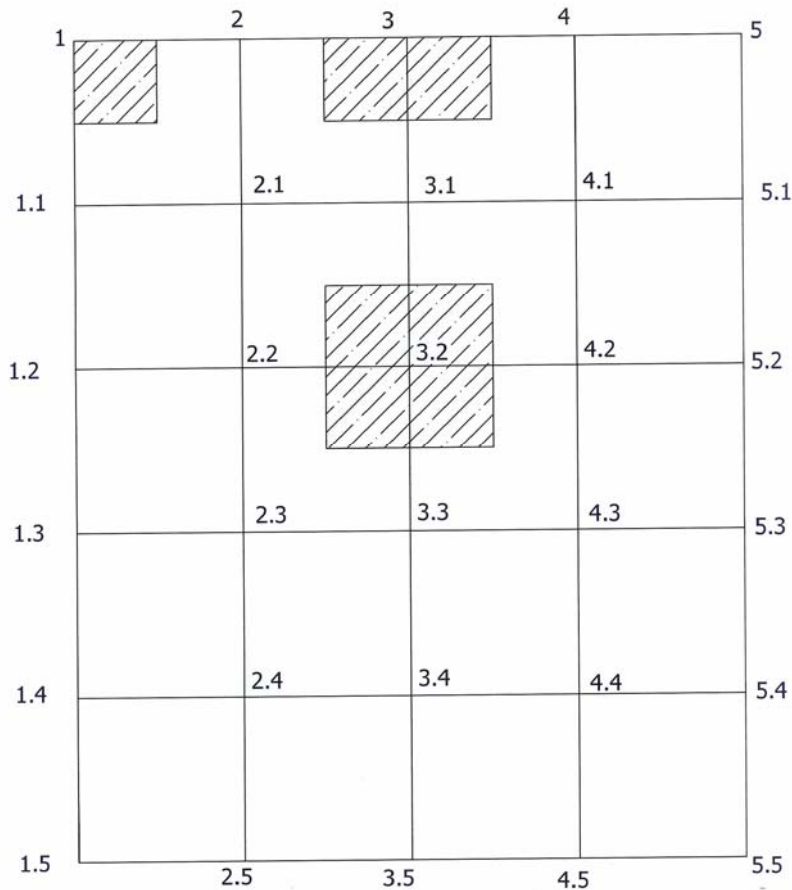


Figura 7.3 Shema ponderii punctelor

Pentru calculul înălțimilor de săpătură și umplură se va face fișa de nivelare.

Înălțimea de săpătură și umplură se calculează prin diferența dintre cota teren și cota medie.

$$\Delta H_{u,s} = H_m - H_t$$

În funcție de semnul diferenței avem săpătură sau umplură.

Dacă $\Delta H \geq 0$ este umplură

Dacă $\Delta H \leq 0$ este săpătură

Fiecare rubrică din fișa de nivelare va fi completată conform modelului de mai jos:

Nr.pct.	Cota teren
Înălțime umplutură sau săpătură	Cota medie

Fișa de nivelare

1	100	2	99.66	3	99.17	4	98.81	5	98.31
-1.38	98.62	-1.04	98.62	-0.55	98.62	-0.19	98.62	0.31	98.62
1.1	99.43	2.1	99.12	3.1	99.41	4.1	99.56	5.1	98.49
-0.81	98.62	-0.50	98.62	-0.79	98.62	-0.94	98.62	0.13	98.62
1.2	99.13	2.2	98.72	3.2	98.69	4.2	98.48	5.2	98.42
-0.51	98.62	-0.10	98.62	-0.07	98.62	0.14	98.62	0.20	98.62
1.3	98.95	2.3	98.72	3.3	98.62	4.3	98.08	5.3	98.05
-0.33	98.62	-0.10	98.62	0	98.62	0.54	98.62	0.57	98.62
1.4	98.70	2.4	98.55	3.4	98.11	4.4	97.70	5.4	97.60
-0.08	98.62	0.07	98.62	0.51	98.62	-0.08	98.62	0.02	98.62
1.5	98.45	2.5	98.25	3.5	97.90	4.5	97.53	5.5	97.60
0.17	98.62	0.37	98.62	0.72	98.62	1.09	98.62	0.02	98.62

Suma înălțimilor de săpătură și umplutură se calculează cu relațiile

$$\sum \Delta s = 7.47m$$

$$\sum \Delta u = 4.86m$$

Volumele de umplutură și săpătură sunt:

$$V_s = l^2 \sum \Delta s = 400 * 7.47 = 2988m^3$$

$$V_u = l^2 \sum \Delta u = 400 * 4.86 = 1944m^3$$

l este latura caroului egală cu 20m.

BIBLIOGRAFIE

- 1 Cosarca C., Saracin A. Topografie, curs, aplicatii practice – Editura Conspress, Bucuresti, 2009
- 2 Fotescu N. Teoria erorilor de măsurare și metoda celor mai mici pătrate – Institutul de Construcții, București, 1978
- 3 Fotescu N., Săvulescu C. Îndrumător pentru lucrări practice la teoria erorilor - Institutul de Construcții, București, 1988
- 4 Ghițău D. Geodezie și gravimetrie – Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
- 5 Ilieș A., Vasilca D. Măsurători terestre – fundamente vol.III - Editura Matrix Rom, București, 2002
- 6 Manea R. Topografie – Editura Cartea Universitară, București, 2007
- 7 Manea R. Caiet de lucrări practice de topografie - Editura Cartea Universitară, București, 2007
- 8 Manea R., Iordan D., Calin M. Ghid de rezolvare a problemelor de topografie – Editura Noua, Bucuresti, 2009
- 9 Marcu C-tin. Măsurători terestre – fundamente vol.III- Editura Matrix Rom, București, 2002
- 10 Nicolae – Posescu M Topografie, Editura Conspress, Bucuresti, 2009
- 11 Neamțu M., Ulea E., s.a. Instrumente topografice și geodezice – Editura Tehnică, București, 1982
- 12 Neuner J. Sisteme de poziționare globală – Editura Matrix Rom, București, 2000
- 13 Neuner J., Badea Gh. Măsurători terestre – fundamente vol.I - Editura Matrix Rom, București, 2002
- 14 Nistor Gh. Teoria prelucrării măsurătorilor geodezice -- Editura Gheorghe Asachi, Iași, 1996
- 15 Onose D., ș.a. Măsurători terestre – fundamente vol. I - Editura Matrix Rom, București, 2002
- 16 Onose D. Topografie – Editura Matrix Rom, București, 2004
- 17 Păunescu C. Curs de geodezie – topografie vol.III – Editura Universității din București, București, 2004
- 18 Păunescu C., Paicu G. Curs de geodezie – topografie vol.II – Editura Universității din București, București, 2001
- 19 Posescu M. Topografie - Editura Matrix Rom, București, 1999
- 20 Tamaioaga Ghe., Tamaioaga D. Cadastrul general si cadastrale de specialitate, Editura Matrix Rom, Bucuresti, 2005