

## DRUMUIREA PLANIMETRICĂ

**Metoda drumuirii** este un procedeu de îndesire a rețelelor geodezice și are drept scop determinarea coordonatelor rectangulare plane ale unor puncte necesare efectuării ridicării detaliilor topografice din teren, în zone în care punctele rețelelor geodezice lipsesc sau se situează la distanțe apreciabile.

**Drumuirea** este o linie poligonală frântă, în care poziția reciprocă a punctelor este determinată prin măsurători de distanțe între punctele de frângere și măsurători unghiulare în punctele de frângere ale traseului poligonal.

**Clasificarea drumuirilor planimetrice se poate face astfel:**

➤ În funcție de felul punctelor între care se execută drumuirea:

- drumuirii principale (atunci când la capetele drumuirii se află puncte de triangulație sau puncte determinate prin intersecții) – traseul **A-101-...-105-C** din Fig. 1.1.;
- drumuirii secundare (atunci când la capetele drumuirii se află puncte de triangulație și puncte din drumuirii principale, sau când la ambele capete ale drumuirii se află puncte ale unor drumuirii principale) - traseul **B-201-...- 102** din Fig. 1.1.;
- drumuirii secundare (când la ambele capete ale drumuirii se află puncte ale unor drumuirii principale sau secundare) - traseul **201-301-...-303-105** din Fig. 1.1.

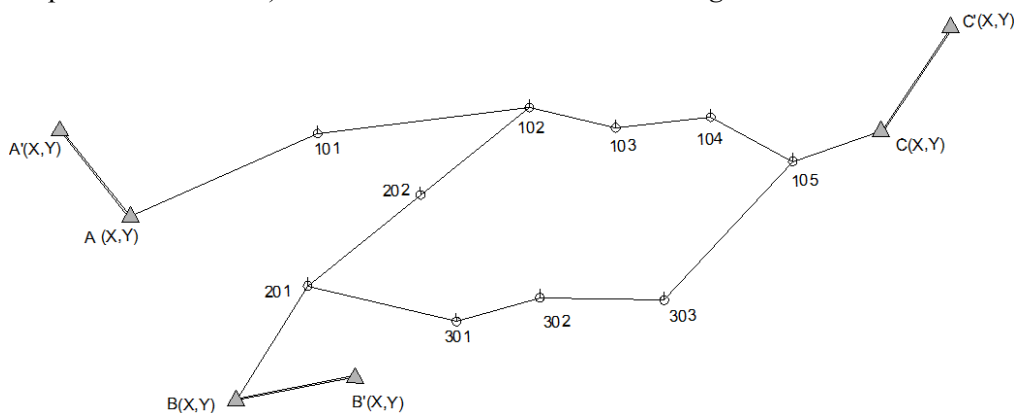


Fig.1.1. Rețea de drumuiri poligonale

➤ În funcție de elementele de sprijin:

- drumuirea sprijinită pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute - Fig. 1.2.;
- drumuirea închisă pe punctul de plecare - Fig. 1.3.;
- drumuirea cu punct nodal - Fig. 1.4.;
- drumuirea sprijinită pe un singur punct (drumuirea liberă) - Fig. 1.5.

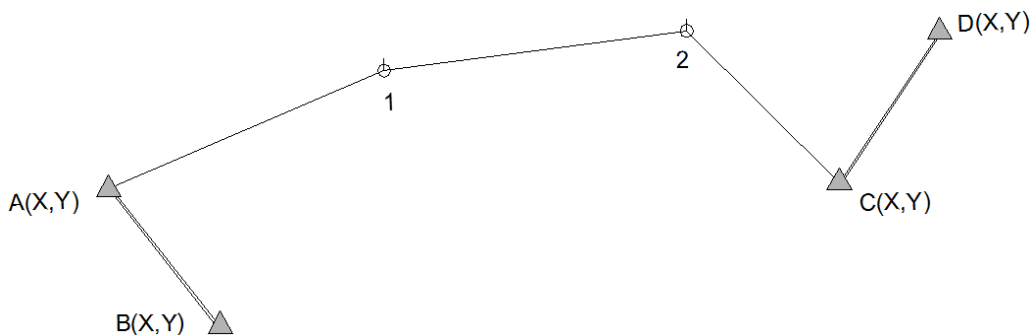


Fig. 1.2. Drumuire sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute

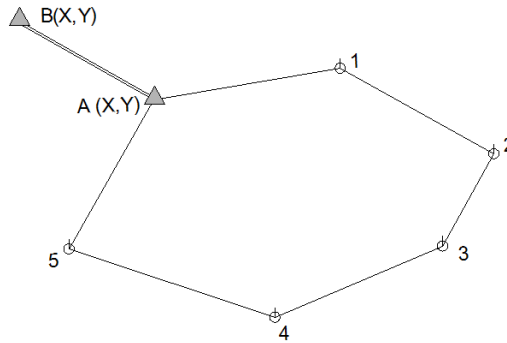


Fig.1.3. Drumuire închisă pe punctul de plecare

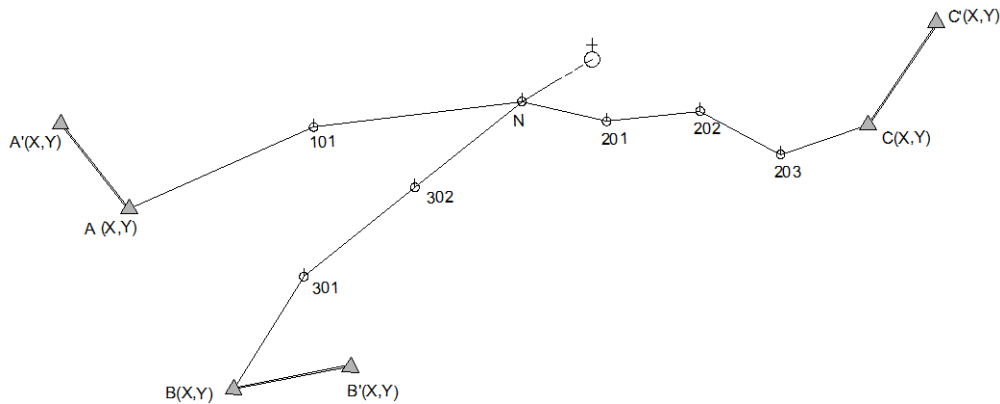


Fig.1.4. Drumuire cu punct nodal

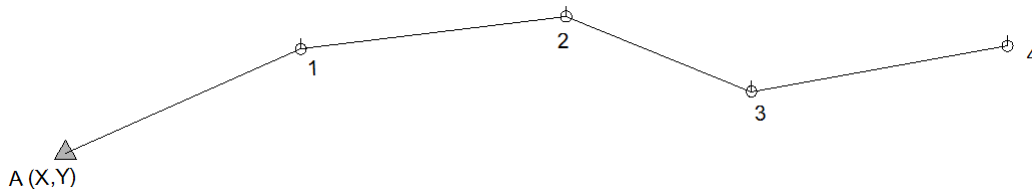


Fig.1.5. Drumuire liberă

- **În funcție de modul de măsurare a lungimii laturilor:**
  - drumuiri cu laturi măsurate direct (pentru măsurare putând fi utilizate rulete sau panglici topografice);
  - drumuiri cu laturi măsurate indirect (laturile sunt măsurate stadimetric sau cu instrumente electrooptice).
- **În funcție de modul de determinare a orientării laturilor:**
  - drumuiri cu orientări determinate prin calcul și unghiuri orizontale măsurate pe teren;
  - drumuiri cu orientări măsurate pe teren;
  - drumuiri cu orientări magnetice (atunci când pentru determinarea orientării se folosește busola).
- **În funcție de mărimea unghiurilor de frângere:**
  - drumuiri întinse (atunci când unghiurile de frângere ale drumuirii se află în intervalul  $180^\circ - 200^\circ$ );
  - drumuiri frânte (atunci când unghiurile de frângere nu se află în intervalul celor închise).
- **În funcție de forma traseului:**
  - drumuiri unice (atunci când se execută numai o singură drumuire sprijinită la capete) - Fig.1.6.;
  - drumuiri închise - Fig.1.7.

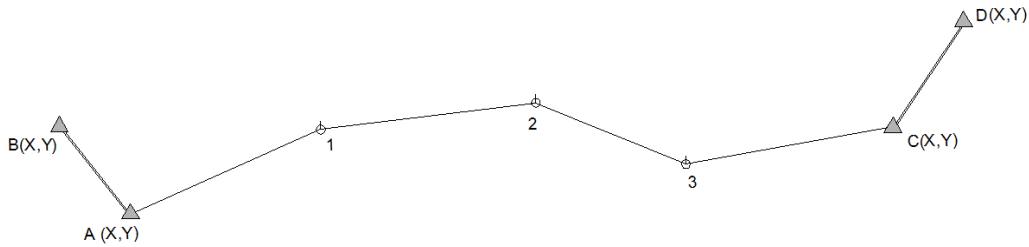


Fig.1.6. Drumuire întinsă

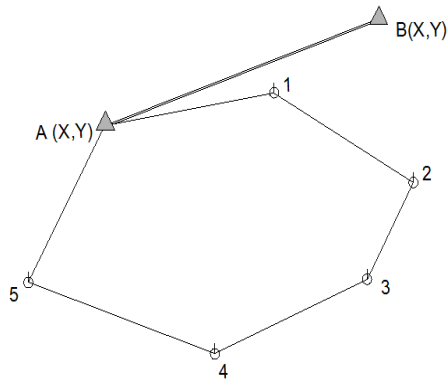


Fig.1.7. Drumuire închisă

**Marcarea punctelor de drumuire** se face folosind țaruși din lemn în extravilan, țaruși de metal în intravilan și borne de beton în punctele mai importante.

**Semnalizarea punctelor de drumuire** se face doar în timpul măsurătorilor cu semnale portabile (jaloane sau mire așezate în poziție verticală).

### 1.1. DRUMUIREA PLANIMETRICĂ SPRIJINITĂ PE PUNCTE DE COORDONATE CUNOSCUTE ȘI LATURI CU ORIENTĂRI CUNOSCUTE

În acest tip de drumuire se cunosc coordonatele rectangulare (X, Y) ale punctelor de sprijin (A, B, C, D) precum și cele două direcții, de plecare (AB) și de sosire (CD), astfel creându-se posibilitatea de a efectua controlul asupra măsurătorilor și calculului efectuate.

Utilizarea acestui tip de drumuire are ca scop determinarea coordonatelor rectangulare ale punctelor 1 și 2 considerate puncte noi ale drumuirii.

Etapele rezolvării acestui tip de drumuire planimetrică se pot grupa astfel:

- ⊕ Compensarea orientărilor măsurate:
  - ✗ Calculul orientărilor de sprijin;
  - ✗ Calculul orientărilor provizorii ale laturilor drumuirii;
  - ✗ Calculul erorii de neînchidere pe orientări;
  - ✗ Calculul corecției unitare;
  - ✗ Calculul orientărilor definitive ale laturilor drumuirii;
- ⊕ Compensarea creșterilor de coordonate:
  - ✗ Calculul coordonatelor relative provizorii;
  - ✗ Calculul erorii de neînchidere a coordonatelor relative provizorii;
  - ✗ Calculul corecției unitare;
  - ✗ Calculul coordonatelor relative definitive;
- ⊕ Calculul coordonatelor absolute ale punctelor drumuirii.

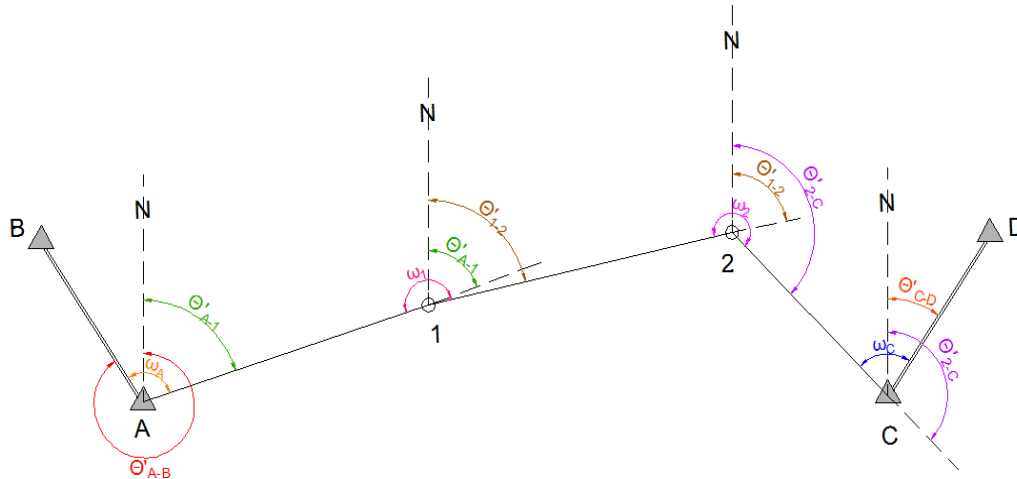


Fig.1.8 Drumuire sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute

### 1.1.1. Etape de calcul

Se consideră schița din Fig. 1.8 ca schiță a drumuirii planimetrice sprijinită la capete pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute ale cărei etape de calcul sunt prezentate în cele ce urmează.

**A. Calculul orientărilor de sprijin** (se face cu ajutorul coordonatelor cunoscute ale punctelor A, B, C și D):

$$\begin{aligned}\Theta_{A-B} &= \arctg (Y_B - Y_A) / (X_B - X_A) \\ \Theta_{C-D} &= \arctg (Y_D - Y_C) / (X_D - X_C) \rightarrow V_J \\ V_J &= \text{valoarea justă}\end{aligned}\quad (1.1)$$

**B. Calculul orientărilor provizorii ale laturilor drumuirii:**

$$\begin{aligned}\Theta'_{A-1} &= \Theta_{A-B} - (400^\circ - \omega_A) \\ \Theta'_{1-2} &= \Theta_{A-1} + \omega_1 - 200^\circ \\ \Theta'_{2-C} &= \Theta_{1-2} + \omega_2 - 200^\circ \\ \Theta'_{C-D} &= \Theta_{2-C} - (200^\circ - \omega_C) \rightarrow V_e \\ V_e &= \text{valoarea eronată}\end{aligned}\quad (1.2)$$

**C. Calculul erorii de neînchidere pe orientări:**

Se observă că pentru direcția CD avem două valori:

- o valoare justă, calculată din coordonatele punctelor C și D
- o valoare eronată, afectată de erorile de măsurare a unghiurilor "ω<sub>i</sub>"

În acest sens se poate calcula:

**a) eroarea de neînchidere pe orientări (e<sub>θ</sub>):**

$$e_\theta = V_e - V_J = \Theta'_{C-D} - \Theta_{C-D} \quad (1.3)$$

Această eroare trebuie să se încadreze în toleranța admisă, care se determină cu relația:

$$T_\theta = \pm 150'' \cdot \sqrt{n}, \text{ unde } n = \text{nr. de stații} \quad (1.4)$$

150'' = aproximația teodolitului

Obs. Dacă  $e_\theta \leq T_\theta$  este OK

$e_\theta > T_\theta$  se refac măsurătorile

**b) calculul corecției de neînchidere pe orientare:**

$$C_{\Theta} = -e_{\Theta} \quad (1.5)$$

**c) calculul corecției unitare:**

$$q_{\Theta} = C_{\Theta} / n = -e_{\Theta} / n \quad (1.6)$$

n = număr de stații

**D. Calculul orientărilor definitive ale laturilor definitive:**

Obs. Aplicarea corecției unitare se face în mod progresiv.

Corectarea progresivă a orientărilor provizorii se datorează faptului că unghiurile măsurate, afectate de erori, participă în mod progresiv la determinare acestora.

$$\begin{aligned} \Theta_{A-1} &= \Theta'_{A-1} + 1 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{1-2} &= \Theta'_{1-2} + 2 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{2-C} &= \Theta'_{2-C} + 3 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{C-D} &= \Theta'_{C-D} + 4 \cdot q_{\Theta} \cong V_J \end{aligned} \quad (1.7)$$

**E. Calculul coordonatelor relative provizorii:**

Coordonatele relative se determină prin transformarea coordonatelor polare ( $d_{ij}$ ,  $\Theta_{ij}$ ) în coordonate rectangulare, raportate la punctul de drumuire anterior.

$$\begin{cases} \delta x'_{ij} = d_{ij} \cdot \cos \Theta_{ij} \\ \delta y'_{ij} = d_{ij} \cdot \sin \Theta_{ij} \end{cases} \quad \text{unde } d_{ij} \equiv D_{ij} \quad (1.8)$$

- pentru X

$$\delta x'_{A-1} = d_{A-1} \cdot \cos \Theta_{A-1}$$

$$\delta x'_{1-2} = d_{1-2} \cdot \cos \Theta_{1-2}$$

$$\delta x'_{2-C} = d_{2-C} \cdot \cos \Theta_{2-C}$$

$$\text{Se calculează: } \sum \delta x'_{A-C} \rightarrow V_e$$

$$\Delta X_{A-C} = X_A - X_C \rightarrow V_J \text{ (din coordonate)}$$

- pentru Y

$$\delta y'_{A-1} = d_{A-1} \cdot \sin \Theta_{A-1}$$

$$\delta y'_{1-2} = d_{1-2} \cdot \sin \Theta_{1-2}$$

$$\delta y'_{2-C} = d_{2-C} \cdot \sin \Theta_{2-C}$$

Se calculează:

$$\sum \delta y'_{A-C} \rightarrow V_e$$

$$\Delta Y_{A-C} = Y_A - Y_C \rightarrow V_J \text{ (din coordonate)}$$

**F. Calculul erorii de închidere a coordonatelor relative provizorii**

Se observă că avem două rânduri de valori:

- o valoare justă ( $V_J$ ), cunoscută din datele inițiale
- o valoare eronată ( $V_e$ ), afectată de erorile de măsurare a distanțelor "D<sub>ij</sub>"

În aceste condiții se poate calcula:

**a) eroarea de neînchidere a coordonatelor relative provizorii:**

$$\begin{aligned}
 e_{\delta x} &= V_e - V_J \\
 e_{\delta y} &= V_e - V_J \\
 e_{\delta x} &= \sum \delta x'_{A-C} - \Delta X_{A-C} \\
 e_{\delta y} &= \sum \delta y'_{A-C} - \Delta Y_{A-C}
 \end{aligned}
 \tag{1.9}$$

**b) calculul erorii totale de neînchidere a coordonatelor relative provizorii**

$$e_T = \sqrt{e_{\delta x}^2 + e_{\delta y}^2}
 \tag{1.10}$$

**b) calculul toleranței de neînchidere a coordonatelor:**

$$T = 0,0045 \cdot \sqrt{\sum D_{ij}} + \frac{\sum D_{ij}}{1733}, \text{ unde } D_{ij} = \text{lungimea totală a drumuirii}
 \tag{1.11}$$

Obs. Dacă  $e_T \leq T$  – se trece la etapa următoare  
 $e_T > T$  – se refac măsurătorile

**d) calculul corecției unitare de neînchidere a coordonatelor relative:**

$$\begin{aligned}
 q_x &= \frac{C_x}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta x}}{\sum D_{ij}} \\
 q_y &= \frac{C_y}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta y}}{\sum D_{ij}}
 \end{aligned}
 \tag{1.12}$$

### **G. Calculul coordonatelor relative definitive**

Obs. Aplicarea corecției se face în mod unitar

- pentru X

$$\delta x_{A-1} = \delta x'_{A-1} + q_x \cdot D_{A-1}$$

$$\delta x_{1-2} = \delta x'_{1-2} + q_x \cdot D_{1-2}$$

$$\delta x_{2-C} = \delta x'_{2-C} + q_x \cdot D_{2-C}$$

Se calculează:

$$\sum \delta x_{A-C} \cong \Delta X_{A-C}$$

- pentru Y

$$\delta y_{A-1} = \delta y'_{A-1} + q_y \cdot D_{A-1}$$

$$\delta y_{1-2} = \delta y'_{1-2} + q_y \cdot D_{1-2}$$

$$\delta y_{2-C} = \delta y'_{2-C} + q_y \cdot D_{2-C}$$

Se calculează:

$$\sum \delta y_{A-C} \cong \Delta Y_{A-C}$$

(1.13)

## H. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor de stație

$$X_1 = x_A + \delta x_{A-1}$$

$$X_2 = x_1 + \delta x_{1-2}$$

Verificare:  $X_C = x_2 + \delta x_{2-C} \cong X_C$

$$Y_1 = y_A + \delta y_{A-1}$$

$$Y_2 = y_1 + \delta y_{1-2}$$

Verificare:  $Y_C = y_2 + \delta y_{2-C} \cong Y_C$  (1.14)

## 1.2. DRUMUIREA PLANIMETRICĂ ÎNCHISĂ PE PUNCTUL DE PLECARE

Acest tip de drumuire este recomandat atunci când în teren se dispune de un singur punct cunoscut de coordonatele rectangulare (X, Y), având posibilitatea de a viza spre un alt punct de coordonate cunoscute, astfel drumuirea va începe și se va încheia pe același punct.

Utilizarea acestui tip de drumuire are ca scop determinarea coordonatelor rectangulare ale punctelor 101, 102, 103 și 104 considerate puncte noi ale drumuirii.

Etapile rezolvării acestui tip de drumuire planimetrică se pot grupa astfel:

⊕ Compensarea orientărilor măsurate:

- ✗ Calculul orientării direcției de sprijin;
- ✗ Calculul orientărilor provizorii ale laturilor drumuirii;
- ✗ Calculul erorii de neînchidere pe orientări;
- ✗ Calculul corecției unitare;
- ✗ Calculul orientărilor definitive ale laturilor drumuirii;

⊕ Compensarea creșterilor de coordonate:

- ✗ Calculul coordonatelor relative provizorii;
- ✗ Calculul erorii de neînchidere a coordonatelor relative provizorii;
- ✗ Calculul corecției unitare;
- ✗ Calculul coordonatelor relative definitive;

⊕ Calculul coordonatelor absolute ale punctelor drumuirii.

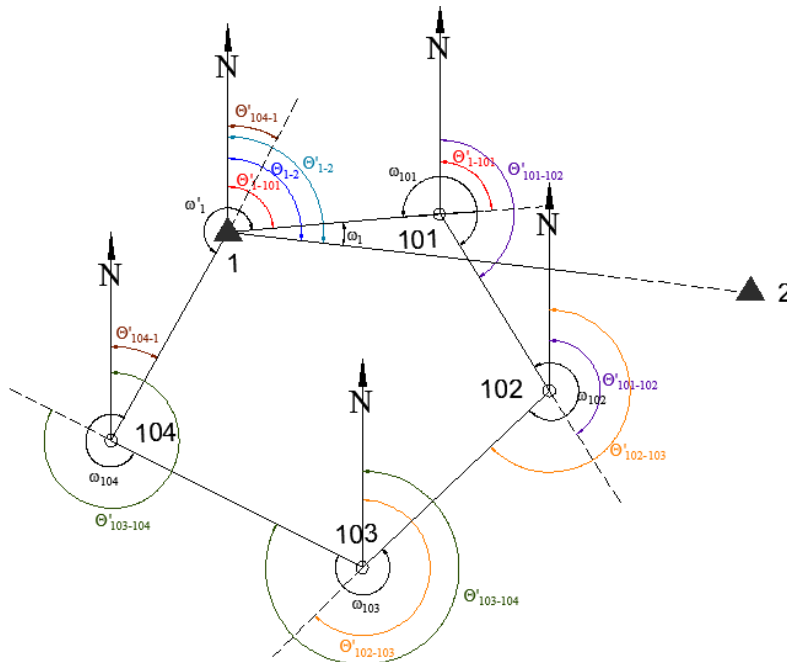


Fig. 1.9 Drumuire planimetrică închisă pe punctul de plecare

**1.2.1. Etape de calcul**

Se consideră schița din Fig. 1.9 ca schița a drumuirii planimetrice închisă pe punctul de plecare, ale cărei etape de calcul sunt prezentate în cele ce urmează.

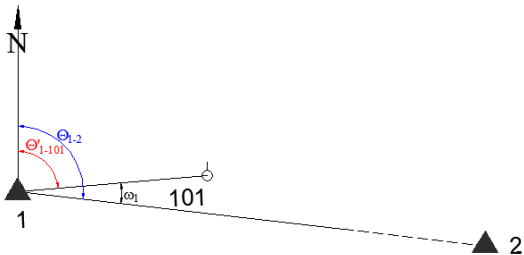
**A. Calculul orientării direcției de sprijin** (se face cu ajutorul coordonatelor cunoscute ale punctelor 1 și 2):

$$\Theta_{1-2} = \arctg \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \rightarrow V_j$$

$V_j = \text{valoarea justă}$

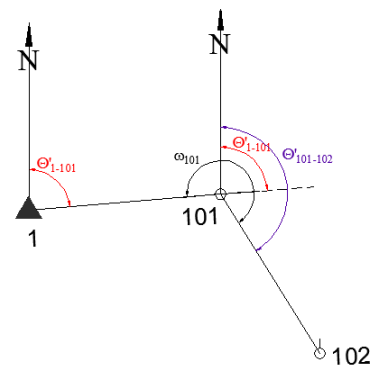
(1.15)

**B. Calculul orientărilor provizorii ale laturilor drumuirii:**

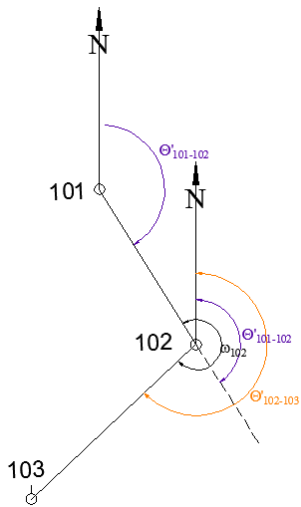


$$\Theta'_{1-101} = \Theta_{1-2} - \omega_{101}$$

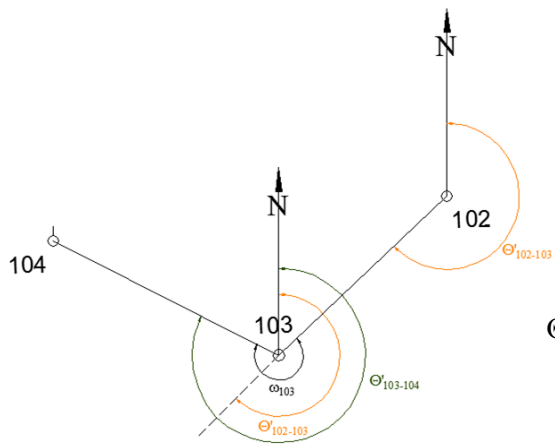
$$\Theta'_{101-102} = \Theta'_{1-101} + 200^g + \omega_{101} - 400^g$$





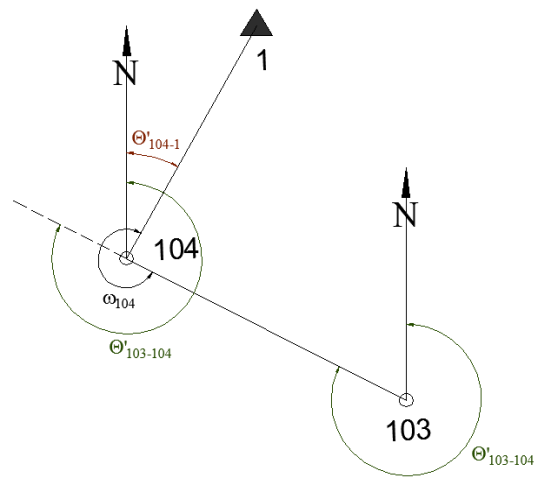


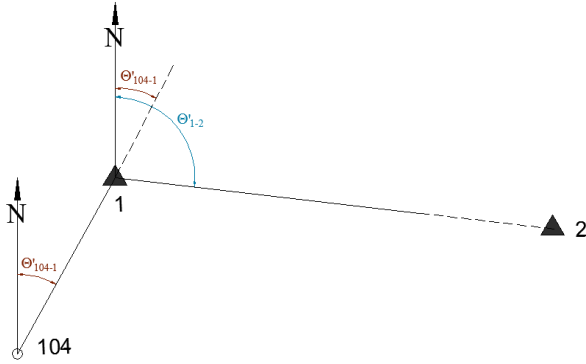
$$\Theta'_{102-103} = \Theta'_{101-102} + 200^{\circ} + \omega_{102} - 400^{\circ}$$



$$\Theta'_{103-104} = \Theta'_{102-103} + 200^{\circ} + \omega_{103} - 400^{\circ}$$

$$\Theta'_{103-104} = \Theta'_{102-103} + 200^{\circ} + \omega_{103} - 400^{\circ}$$





$$\Theta'_{1-2} = \Theta_{104-1} + 200^g + \omega_1 - 400^g \rightarrow V_e$$

$V_e =$  valoarea eronată

(1.16)

### C. Calculul erorii de neînchidere pe orientări:

Se observă că pentru direcția 1-2 avem două valori:

- o valoare justă, calculată din coordonatele punctelor 1 și 2
  - o valoare eronată, afectată de erorile de măsurare a unghiurilor "ω<sub>1</sub>"
- În acest sens se poate calcula:

#### c) eroarea de neînchidere pe orientări (e<sub>Θ</sub>):

$$e_{\Theta} = V_e - V_J = \Theta'_{C-D} - \Theta_{C-D} \quad (1.17)$$

Această eroare trebuie să se încadreze în toleranța admisă, care se determină cu relația:

$$T_{\Theta} = \pm 150^{cc} \cdot \sqrt{n}, \text{ unde } n = \text{nr. de stații} \quad (1.18)$$

150<sup>cc</sup> = aproximația teodolitului

Obs. Dacă  $e_{\Theta} \leq T_{\Theta}$  - se trece la etapa următoare

$e_{\Theta} > T_{\Theta}$  - se refac măsurătorile

#### d) calculul corecției de neînchidere pe orientare:

$$C_{\Theta} = - e_{\Theta} \quad (1.19)$$

#### e) calculul corecției unitare:

$$q_{\Theta} = C_{\Theta} / n = - e_{\Theta} / (n+1) \quad (1.20)$$

n = număr de stații

### D. Calculul orientărilor definitive ale laturilor definitive:

Obs. Aplicarea corecției unitare se face în mod progresiv.

Corectarea progresivă a orientărilor provizorii se datorează faptului că unghiurile măsurate, afectate de erori, participă în mod progresiv la determinarea acestora.

$$\begin{aligned} \Theta_{1-101} &= \Theta'_{1-101} + 1 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{101-102} &= \Theta'_{101-102} + 2 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{102-103} &= \Theta'_{102-103} + 3 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{103-104} &= \Theta'_{103-104} + 4 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{104-1} &= \Theta'_{104-1} + 5 \cdot q_{\Theta} \\ \Theta_{1-2} &= \Theta'_{1-2} + 6 \cdot q_{\Theta} \cong V_J \end{aligned} \quad (1.21)$$

### E. Calculul coordonatelor relative provizorii:

Coordonatele relative se determină prin transformarea coordonatelor polare (d<sub>ij</sub>, Θ<sub>ij</sub>) în coordonate rectangulare, raportate la punctul de drumuire anterior.

$$\begin{cases} \delta x'_{ij} = d_{ij} \cdot \cos \Theta_{ij} \\ \delta y'_{ij} = d_{ij} \cdot \sin \Theta_{ij} \end{cases} \text{ unde } d_{ij} \equiv D_{ij} \quad (1.22)$$

- pentru X

$$\begin{aligned} \delta x'_{1-101} &= d_{1-101} \cdot \cos \Theta_{1-101} \\ \delta x'_{101-102} &= d_{101-102} \cdot \cos \Theta_{101-102} \\ \delta x'_{102-103} &= d_{102-103} \cdot \cos \Theta_{102-103} \\ \delta x'_{103-104} &= d_{103-104} \cdot \cos \Theta_{103-104} \\ \delta x'_{104-1} &= d_{104-1} \cdot \cos \Theta_{104-1} \end{aligned}$$

Se calculează:  $\sum \delta x'_{1-1} \rightarrow V_e$

- pentru Y

$$\begin{aligned} \delta y'_{1-101} &= d_{1-101} \cdot \sin \Theta_{1-101} \\ \delta y'_{101-102} &= d_{101-102} \cdot \sin \Theta_{101-102} \\ \delta y'_{102-103} &= d_{102-103} \cdot \sin \Theta_{102-103} \\ \delta y'_{103-104} &= d_{103-104} \cdot \sin \Theta_{103-104} \\ \delta y'_{104-1} &= d_{104-1} \cdot \sin \Theta_{104-1} \end{aligned}$$

Se calculează:  $\sum \delta y'_{1-1} \rightarrow V_e$

#### **F. Calculul erorii de neînchidere a coordonatelor relative provizorii**

Se observă că avem două rânduri de valori:

- o valoare justă ( $V_J$ ), cunoscută din datele inițiale
- o valoare eronată ( $V_e$ ), afectată de erorile de măsurare a distanțelor "D<sub>ij</sub>"

În aceste condiții se poate calcula:

**a) eroarea de neînchidere a coordonatelor relative provizorii:**

$$\begin{aligned} e_{\delta x} &= \sum \delta x'_{A-C} = V_e \\ e_{\delta y} &= \sum \delta y'_{A-C} = V_e \end{aligned} \quad (1.23)$$

**b) calculul erorii totale de neînchidere a coordonatelor relative provizorii**

$$e_T = \sqrt{e_{\delta x}^2 + e_{\delta y}^2} \quad (1.24)$$

**c) calculul toleranței de neînchidere a coordonatelor:**

$$T = 0,0045 \cdot \sqrt{\sum D_{ij}} + \frac{\sum D_{ij}}{1733}, \text{ unde } D_{ij} = \text{lungimea totală a drumirii} \quad (1.25)$$

Obs. Dacă  $e_T \leq T$  – se trece la etapa următoare  
 $e_T > T$  – se refac măsurătorile

**d) calculul corecției unitare de neînchidere a coordonatelor relative:**

$$q_x = \frac{C_x}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta x}}{\sum D_{ij}} \quad (1.26)$$

$$q_y = \frac{C_y}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta y}}{\sum D_{ij}}$$

### **G. Calculul coordonatelor relative definitive**

Obs. Aplicarea corecției se face în mod unitar

- pentru X

$$\delta x_{1-101} = \delta x'_{1-101} + q_x \cdot D_{1-101}$$

$$\delta x_{101-102} = \delta x'_{101-102} + q_x \cdot D_{101-102}$$

$$\delta x_{102-103} = \delta x'_{102-103} + q_x \cdot D_{102-103}$$

$$\delta x_{103-104} = \delta x'_{103-104} + q_x \cdot D_{103-104}$$

$$\delta x_{104-1} = \delta x'_{104-1} + q_x \cdot D_{104-1}$$

Se calculează:  $\sum \delta x_{1-1} = 0,000\text{m}$

- pentru Y

$$\delta y_{1-101} = \delta y'_{1-101} + q_y \cdot D_{1-101}$$

$$\delta y_{101-102} = \delta y'_{101-102} + q_y \cdot D_{101-102}$$

$$\delta y_{102-103} = \delta y'_{102-103} + q_y \cdot D_{102-103}$$

$$\delta y_{103-104} = \delta y'_{103-104} + q_y \cdot D_{103-104}$$

$$\delta y_{104-1} = \delta y'_{104-1} + q_y \cdot D_{104-1}$$

Se calculează:  $\sum \delta y_{1-1} = 0,000\text{m}$

(1.27)

### **H. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor de stație**

$$X_{101} = x_1 + \delta x_{1-101}$$

$$X_{102} = x_{101} + \delta x_{101-102}$$

$$X_{103} = x_{102} + \delta x_{102-103}$$

$$X_{104} = x_{103} + \delta x_{103-104}$$

Verificare:  $X_1 = x_{104} + \delta x_{104-1} \cong X_1$

$$Y_{101} = y_1 + \delta y_{1-101}$$

$$Y_{102} = y_{101} + \delta y_{101-102}$$

$$Y_{103} = y_{102} + \delta y_{102-103}$$

$$Y_{104} = y_{103} + \delta y_{103-104}$$

Verificare:  $Y_1 = y_{104} + \delta y_{104-1} \cong Y_1$  (1.28)

## DRUMUIREA DE NIVELMENT GEOMETRIC

Prin reprezentarea reliefului se oferă o imagine completă a zonei ridicată, cu ajutorul ridicărilor altimetrice care completează ridicările planimetrice.

Nivelmentul geometric sau direct este o metodă de determinare a diferențelor de nivel, ce se bazează pe principiul vizelor orizontale, funcție de care se calculează cotele punctelor de pe suprafața terestră față de o suprafață de referință dată.

Drumuirea de nivelment geometric este utilizată pentru îndeșirea unei rețele de sprijin altimetrice sau pentru a realiza o rețea de sprijin – în cazul lipsei acestora - și se utilizează – în același timp - și la ridicarea altimetrică a punctelor de detaliu.

### Clasificarea drumuirilor de nivelment geometric:

#### ✓ În funcție de formă:

- drumuiri sub formă de trasee izolate;
- drumuiri sub formă de trasee legate (rețele de nivelment);

#### ✓ În funcție de elementele de constrângere din teren:

- drumuiri sprijinite la capete pe puncte de cote cunoscute (sunt folosite atunci când pe teren există o rețea de sprijin în apropiere, drumuirea pornind întotdeauna de la un punct de cotă cunoscută și închizându-se pe un alt punct de cotă cunoscută) - Fig.2.1 ;
- drumuiri închise pe punctul de plecare (sunt folosite în situațiile când nu există rețea de sprijin) - Fig.2.2 ;
- drumuiri suspendate sau în vânt (sunt sprijinite numai la un capăt, cu o lungime mică și care se utilizează foarte rar, deoarece nu este posibilă efectuarea unui control al determinării cotelor);
- rețele de nivelment, (libere – când nu se sprijină pe puncte de cote cunoscute sau au un singur punct de cotă cunoscută și legate – când se sprijină pe cel puțin două puncte de cotă cunoscută) - Fig.2.3.

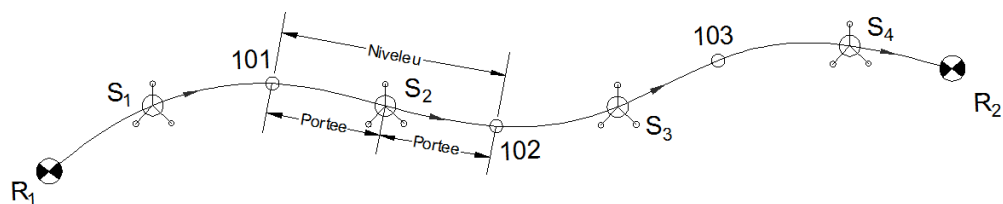


Fig.2.1 Drumuire de nivelment sprijinită la capete

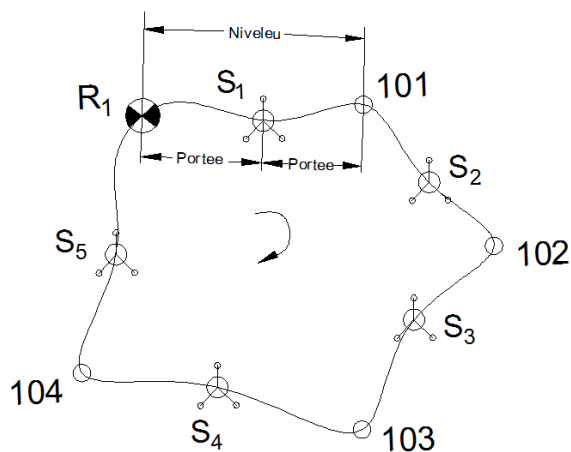
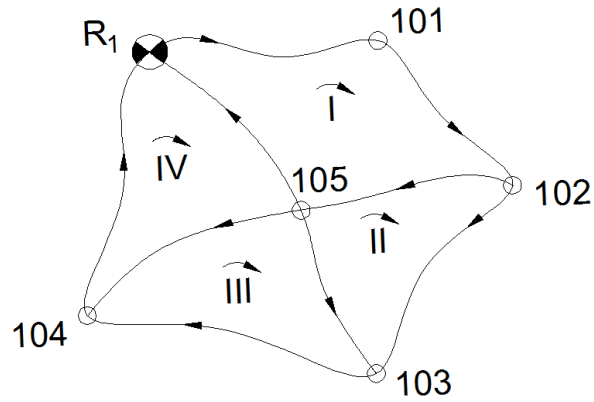
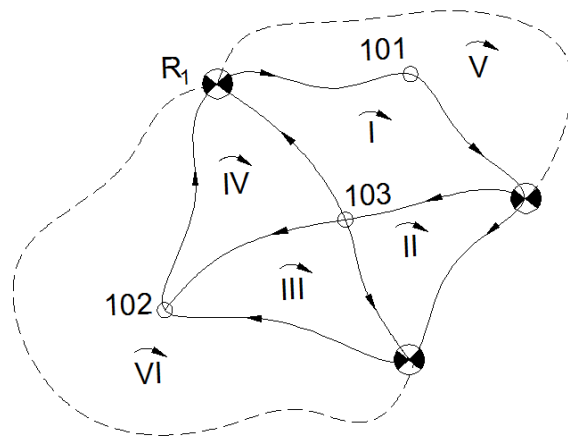


Fig.2.2 Drumuire de nivelment închisă pe punctul de plecare



a) Rețea liberă de nivelment geometric



b) Rețea legată de nivelment geometric

Fig.2.3 Rețele de nivelment geometric

## 2.1. DRUMUIREA DE NIVELMENT GEOMETRIC SPRIJINITĂ LA CAPETE PE PUNCTE DE COTE CUNOSCUTE

Acest tip de drumuire se execută prin nivelment geometric de mijloc, constând în determinarea diferențelor de nivel între punctele succesive ale drumuirii.

Elementele cunoscute în cazul acestui tip de drumuire sunt cotele punctelor de sprijin ( $R_1$  și  $R_2$ ), iar elementele măsurate pe teren sunt cele trei citiri pe miră corespunzător celor trei fire reticulare.

Etapele rezolvării acestui tip de drumuire se pot grupa astfel:

- ⊕ calculul diferențelor de nivel provizorii;
- ⊕ controlul foii de nivelment;
- ⊕ calculul erorii de neînchidere;
- ⊕ calculul corecției;
- ⊕ calculul diferențelor de nivel definitive;
- ⊕ calculul cotelor punctelor drumuirii.

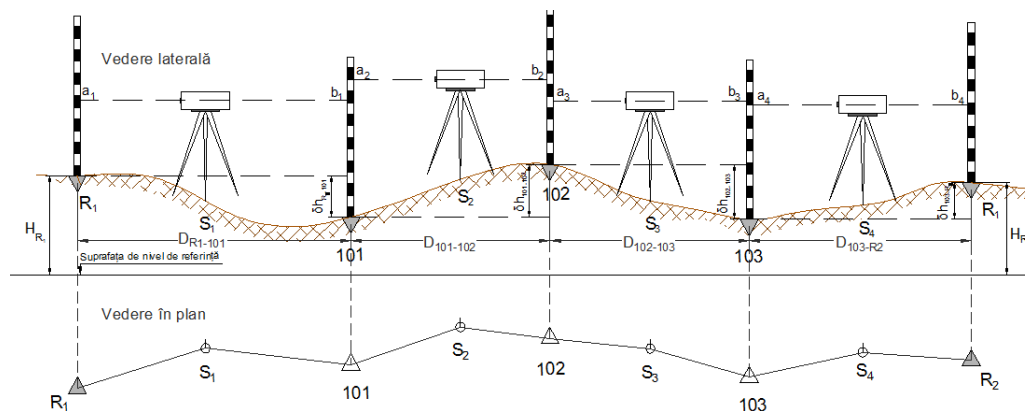


Fig.2.4 Drumuire de nivelment geometric sprijinită la capete pe puncte de cote cunoscute

### 2.1.1. Etape de calcul

Se consideră schița din Fig. 2.4 ca schiță a drumuirii de nivelment sprijinită pe puncte de cote cunoscute, ale cărei etape de calcul sunt prezentate în cele ce urmează:

#### 1. Calculul diferențelor de nivel provizorii:

$$\begin{aligned}
 \Delta h'_{R_1-101} &= C_{m_{R_1}} - C_{m_{101}} \\
 \Delta h'_{101-102} &= C_{m_{101}} - C_{m_{102}} \\
 \Delta h'_{102-103} &= C_{m_{102}} - C_{m_{103}} \\
 \Delta h'_{103-R_2} &= C_{m_{103}} - C_{m_{R_2}}
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Controlul foii de nivelment:

$$\begin{aligned}
 \sum \Delta h_{a_i} &= C_{m_{R_1}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} \\
 \sum \Delta h_{b_i} &= C_{m_{R_2}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} \\
 \sum \Delta h_{a_i} - \sum \Delta h_{b_i} &\leftarrow V_e
 \end{aligned} \tag{2.2}$$



**2. Calculul erorii de neînchidere:**

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{R_1-R_2} &= H_{R_2} - H_{R_1} \leftarrow V_j \\
 e_{\Delta h} &= \sum \Delta h'_{ij} - \Delta H_{R_1-R_2} \\
 \sum D_{R_1-R_2} &= D_{R_1-101} + D_{101-102} + D_{102-103} + D_{103-R_1} \\
 D_1 &= (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 + (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 \\
 D_2 &= (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 + (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 \\
 D_3 &= (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 + (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 \\
 D_4 &= (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 + (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 \\
 T &= \pm 20 \cdot \sqrt{\sum D_{R_1-R_2}}
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

**3. Calculul corecției:**

$$q_{\Delta h_1} = \frac{-e_{\Delta h}}{\sum D_{R_1-R_2}} \quad \text{sau} \quad q_{\Delta h_2} = \frac{-e_{\Delta h}}{n} \tag{2.4}$$

**4. Calculul diferențelor de nivel definitive:**

$$\begin{aligned}
 \Delta h_{R_1-101} &= \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_1} \cdot D_1 & \text{sau} & \quad \Delta h_{R_1-101} = \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_2} \\
 \Delta h_{101-102} &= \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_1} \cdot D_2 & & \quad \Delta h_{101-102} = \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_2} \\
 \Delta h_{102-103} &= \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_1} \cdot D_3 & & \quad \Delta h_{102-103} = \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_2} \\
 \Delta h_{103-R_2} &= \Delta h'_{103-R_2} + q_{\Delta h_1} \cdot D_4 & & \quad \Delta h_{103-R_2} = \Delta h'_{103-R_2} + q_{\Delta h_2} \\
 \sum \Delta h_{R_1-R_2} &\cong \Delta H_{R_1-R_2} & & \quad \sum \Delta h_{R_1-R_2} \cong \Delta H_{R_1-R_2}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

**5. Calculul cotelor punctelor de drumuire:**

$$\begin{aligned}
 H_{101} &= H_{R_1} + \Delta h_{R_1-101} \\
 H_{102} &= H_{101} + \Delta h_{101-102} \\
 H_{103} &= H_{102} + \Delta h_{102-103} \\
 \text{Verificare:} \\
 H_{R_2} &= H_{103} + \Delta h_{103-R_2}
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

## 2.2. DRUMUIREA DE NIVELMENT GEOMETRIC ÎNCHISĂ PE PUNCTUL DE PLECARE

O astfel de drumuire se aplică în cazul unor suprafețe mici, de formă aproximativ rotundă sau în cazul când pe teren nu avem puncte de cotă cunoscută, aceasta constă în determinarea diferențelor de nivel între punctele succesive ale drumuirii. Se poate aplica și în cazul urmăririi în timp a construcțiilor (pentru cotele reperilor fiși).

Elementele cunoscute în cazul acestui tip de drumuire sunt cotele punctelor de sprijin ( $R_1$ ), iar elementele măsurate pe teren sunt cele trei citiri pe miră corespunzător celor trei fire reticulare.

Etapele rezolvării acestui tip de drumuire se pot grupa astfel:

- ⊕ calculul diferențelor de nivel provizorii;
- ⊕ controlul foii de nivelment;
- ⊕ calculul erorii de neînchidere;
- ⊕ calculul corecției;
- ⊕ calculul diferențelor de nivel definitive;
- ⊕ calculul cotelor punctelor drumuirii.

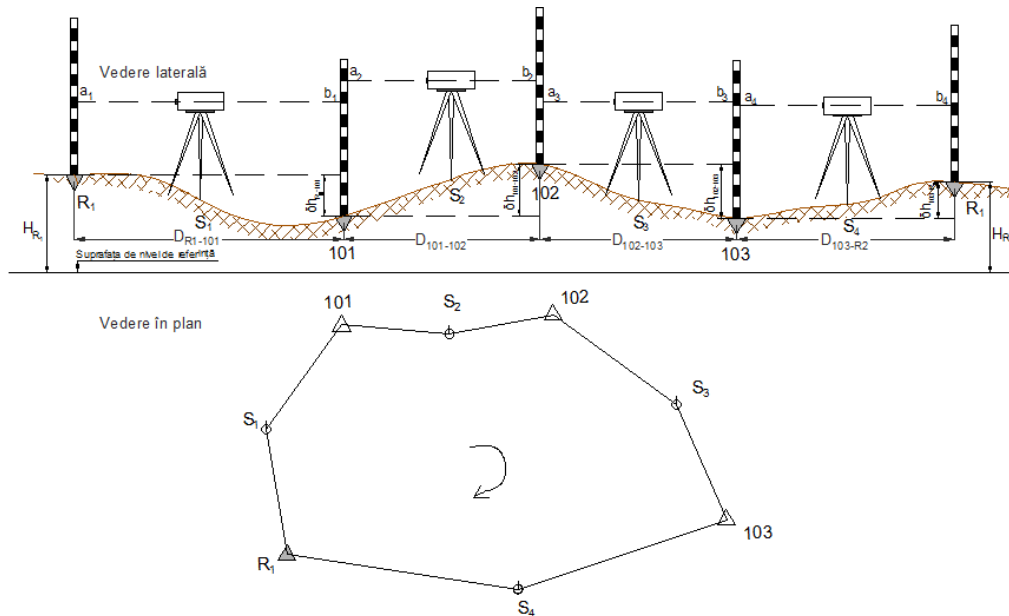


Fig.2.2 Drumuire de nivelment geometric închisă pe punctul de plecare

### 2.2.1. Etape de calcul

Se consideră schița din Fig. 2.1 ca schiță a drumuirii de nivelment sprijinită pe puncte de cote cunoscute, ale cărei etape de calcul sunt prezentate în cele ce urmează:

### 1. Calculul diferentelor de nivel provizorii:

$$\begin{aligned}\Delta h'_{R_1-101} &= C_{m_{R_1}} - C_{m_{101}} \\ \Delta h'_{101-102} &= C_{m_{101}} - C_{m_{102}} \\ \Delta h'_{102-103} &= C_{m_{102}} - C_{m_{103}} \\ \Delta h'_{103-R_1} &= C_{m_{103}} - C_{m_{R_1}}\end{aligned}\tag{2.7}$$

Controlul foii de nivelment:

$$\begin{aligned}\sum \Delta h_{a_i} &= C_{m_{R_1}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} \\ \sum \Delta h_{b_i} &= C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} + C_{m_{R_1}} \\ \sum \Delta h_{a_i} - \sum \Delta h_{b_i} &= \sum \Delta h'_{R_1-R_1} \leftarrow V_e\end{aligned}\tag{2.8}$$

### 2. Calculul erorii de neînchidere:

$$\begin{aligned}e_{\Delta h} &= \sum \Delta h'_{R_1-R_1} \\ \sum D_{R_1-R_1} &= D_{R_1-101} + D_{101-102} + D_{102-103} + D_{103-R_1} \\ D_1 &= (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 + (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 \\ D_2 &= (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 + (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 \\ D_3 &= (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 + (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 \\ D_4 &= (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 + (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 \\ T &= \pm 20 \cdot \sqrt{\sum D_{R_1-R_1}}\end{aligned}\tag{2.9}$$

### 3. Calculul corectiei:

$$q_{\Delta h_1} = \frac{-e_{\Delta h}}{\sum D_{R_1-R_1}} \quad \text{sau} \quad q_{\Delta h_2} = \frac{-e_{\Delta h}}{n}\tag{2.10}$$

#### **4. Calculul diferențelor de nivel definitive:**

$$\begin{aligned} \Delta h_{R_1-101} &= \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_1} \cdot D_1 & \text{sau} & \Delta h_{R_1-101} = \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_2} \\ \Delta h_{101-102} &= \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_1} \cdot D_2 & \Delta h_{101-102} &= \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_2} \\ \Delta h_{102-103} &= \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_1} \cdot D_3 & \Delta h_{102-103} &= \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_2} \\ \Delta h_{103-R_1} &= \Delta h'_{103-R_1} + q_{\Delta h_1} \cdot D_4 & \Delta h_{103-R_1} &= \Delta h'_{103-R_1} + q_{\Delta h_2} \\ \sum \Delta h_{R_1-R_2} &\cong 0,000m & \sum \Delta h_{R_1-R_2} &\cong 0,000m \end{aligned} \quad (2.11)$$

#### **5. Calculul cotelor punctelor de drumuire:**

$$H_{101} = H_{R_1} + \Delta h_{R_1-101}$$

$$H_{102} = H_{101} + \Delta h_{101-102}$$

$$H_{103} = H_{102} + \Delta h_{102-103}$$

*Verificare :*

$$H_{R_1} = H_{103} + \Delta h_{103-R_1}$$