

$$\boxed{i=1} \quad \sum_{j=1}^m C_{t,j1}^{(y)} = C_{t,11} + C_{t,12} + C_{t,13} + \dots + C_{t,1m}$$

$$\boxed{i=2} \quad \sum_{j=1}^m C_{t,2j}^{(y)} = C_{t,21} + C_{t,22} + C_{t,23} + \dots + C_{t,2m}$$

$$\boxed{i=n} \quad \sum_{j=1}^m C_{t,nj}^{(y)} = C_{t,n1} + C_{t,n2} + C_{t,n3} + \dots + C_{t,nm}$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m C_{t,ij}^{(y)} \right) =$$

3. verificarea (VI) corectitudinii calculelor de la punctul 2, din condiția:

$$\sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n C_{t,ij}^{(x)} \right) = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m C_{t,ij}^{(y)} \right)$$

4. calculul cotei medii relative a fiecărui șir de parcele după direcțiile ambelor axe (0x și 0y):

$$H_{med,i}^{(x)} = \frac{\sum_{j=1}^m C_{t,ij}^{(x)}}{n}$$

$$H_{med,j}^{(y)} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{t,ij}^{(y)}}{m}$$

însurarea acestora:

$$H_{med,i,j}^{(x)} = \sum_{j=1}^m H_{med,i}^{(x)}$$

$$H_{med,i,j}^{(y)} = \sum_{i=1}^n H_{med,j}^{(y)}$$

și înscrierea valorilor obținute în rubricile corespunzătoare (vezi fig.7.6);

5. efectuarea produselor:

$$X_i \cdot H_{med,j}^{(y)}, \quad Y_j \cdot H_{med,i}^{(x)}$$

însurarea acestora:

$$\sum_{i=1}^n X_i \cdot H_{med,j}^{(y)}, \quad \sum_{j=1}^m Y_j \cdot H_{med,i}^{(x)}$$

și înscrierea valorilor acestora în rubricile corespunzătoare (vezi fig.7.6);

6. cota medie a sectorului de nivelare (punctul C_M în fig.7.6) și atașarea valorii acesteia centrului de greutate al sectorului:

$$C_M = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m C_{t,ij}^{(y)} \right)}{n \cdot m} = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n C_{t,ij}^{(x)} \right)}{n \cdot m}$$

7. pantele de nivelare ale sectoarelor după direcțiile celor două axe (0x și 0y):

$$l_{0x} = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n X_i \cdot H_{med,j}^{(y)} - 6 \cdot [(n+1) \cdot H_{med,ij}^{(y)}]}{a \cdot (n-1) \cdot n \cdot (n+1)}$$

$$l_{0y} = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^m Y_j \cdot H_{med,i}^{(x)} - 6 \cdot [(m+1) \cdot H_{med,ij}^{(x)}]}{a \cdot (m-1) \cdot m \cdot (m+1)}$$

Obs.: dacă din calcul, pentru valoarea unei pante de nivelare, se obține valoarea negativă, înseamnă că sensul acestei pante este opus sensului axei de coordonate aferentă (în consecință sensul axei poate fi modificat corespunzător);

8. cotele de nivelare ale centrelor de greutate ale parcelelor (faza I):

$$C_{p,ij}^{(l)} = C_M \pm l_{0x} \cdot dx \pm l_{0y} \cdot dy \quad (*)$$

unde: dx (m), dy (m) - distanța de la centrul de greutate al sectorului (punctul C_M), până la centrul de greutate al parcelei calculate, după direcția axei 0x, respectiv 0y;

și înscrierea valorilor acestora în rubrica rezervată din caroiajul parcelelor (vezi fig.7.4).

Obs.: în relația (*) se va lua semnul (+) sau (-), după cum valoarea cotei de nivelare ($C_{p,ij}^{(l)}$) a parcelei este superioară (+) sau inferioară (-) cotei medii de nivelare (C_M) a sectorului (pentru exemplificare vezi fig.7.5);

9. înălțimile de terasamente (săpătură / umplutură) din parcele (faza I):

$$h_{p,ij}^{(l)} = C_{p,ij}^{(l)} - C_{t,ij}$$

și înscrierea lor în rubrica rezervată acestora din cadrul caroiajului parcelelor (vezi fig.7.4).

Obs. dacă $h_{p,ij}^{(l)} \in \ominus_-$ atunci parcela este de săpătură, iar dacă $h_{p,ij}^{(l)} \in \ominus_+$ este de umplutură;

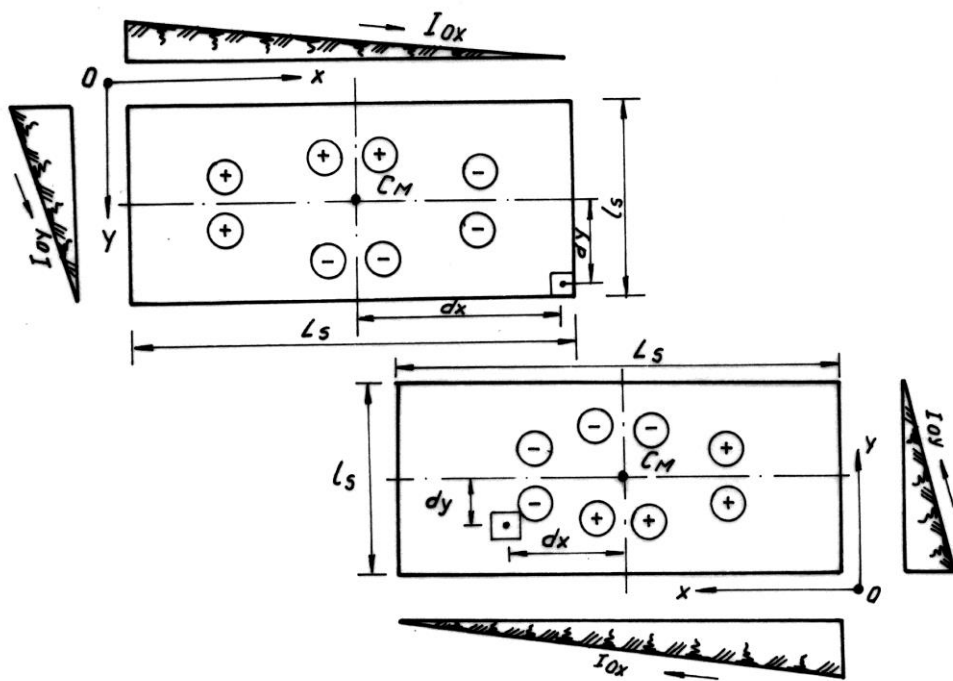


Fig.7.5.

10. calculul înălțimilor totale de terasamente din sectorul de nivelare (faza I, de săpătură $\sum S^{(I)}$ și de umplură $\sum U^{(I)}$):

$$\sum S^{(I)} = \sum_{p,ij \in \mathcal{L}_-} h_{p,ij}^{(I)} ; \quad \sum U^{(I)} = \sum_{p,ij \in \mathcal{L}_+} h_{p,ij}^{(I)}$$

Obs.: calculele efectuate până acum sunt corecte, dacă este îndeplinită condiția (verificarea V II):

$$\left| \sum S^{(I)} \right| = \sum U^{(I)}$$

11. suplimentarea înălțimilor de săpătură cu (20...30)%, pentru optimizarea procesului tehnologic de execuție al nivelării (faza II), și în consecință recalcularea înălțimilor de terasamente din parcele:

$$h_{p,ij}^{(II)} = h_{p,ij}^{(I)} + \Delta h ; \quad \Delta h \in \circ_-$$

unde: $\Delta h = [-1...-2]$ cm, este înălțimea de suplimentare care se adună algebric la valorile $h_{p,ij}^{(I)}$;

valorile acestor noi înălțimi de terasamente se vor înscrie în rubricile aferente din cadrul caroiajului parcelor (vezi fig.7.4);

12. calculul înălțimii totale de terasamente din sector (faza II):

$$\sum S^{(II)} = \sum_{p,ij \in \mathcal{L}_-} h_{p,ij}^{(II)} ; \quad \sum U^{(II)} = \sum_{p,ij \in \mathcal{L}_+} h_{p,ij}^{(II)}$$

și verificarea suplimentării corecte a terasamentelor, din condiția:

$$\sum S^{(II)} = (1,2 \dots 1,30) \cdot \sum U^{(II)} \quad (**)$$

13. în cazul îndeplinirii condiției (**), se pot calcula cotele de nivelare ale centrelor de greutate ale parcelor (faza II):

$$C_{p,ij}^{(II)} = C_{p,ij}^{(I)} + \Delta h$$

ale căror valori se vor înscrie de asemenea în caroiajul menționat (vezi fig.7.4)

14. calculul volumului total de săpătură necesar nivelării sectorului:

$$V_{\text{sap}} = \sum S^{(II)} \cdot (a \cdot a)$$

și funcție de acesta, calculul cubajului specific:

$$C_S = \frac{V_{\text{sap}}}{S_s} = \frac{V_{\text{sap}}}{(m \cdot n) \cdot a^2} \quad (\text{m}^3 / \text{ha})$$

care este indicatorul principal de calitate ca și la nivelarea în plan înclinat, și care valoric, trebuie să se înscrie în intervalul $C_S = (1000 \dots 1500) \text{ m}^3/\text{ha}$, pentru a nu influența esențial fertilitatea solului.

Modul de conducere al calculului nivelării după două direcții și rezultatele obținute pentru un sector cu $S_s = 6,80 \text{ ha}$ (170 parcele cu latura $a = 20 \text{ m}$, $m = 10 \text{ m}$ și $n = 17$), prin aplicarea relațiilor anterior menționate, sunt prezentate extins în continuare, pentru câteva parcele reprezentative, iar cele aferente tuturor parcelor din sector, centralizate în fig.7.6.

Cota absolută a planului de referință ($x0y$) = 105 mdM.

Cota relativă a planului de referință ($x0y$) = 0.

Cota relativă a centrului de greutate al parcelei (ij) înainte de nivelare: $C_{t,ij} = \Delta h_{t,ij}$, ($\Delta h_{t,ij}$ - diferența de cotă dintre cea absolută a planului de referință și cota absolută a centrului de greutate a parcelei).

Cota absolută a centrului de greutate a parcelei (ij) este:

$$(C_{t,ij})_{\text{abs}} = 105,00 + C_{t,ij} ; \quad \begin{matrix} i = \{1,2, \dots, 17\} \\ j = \{1,2, \dots, 10\} \end{matrix}$$

Verificarea (V I):

$$\sum_{j=1}^{10} \left(\sum_{i=1}^{17} C_{t,ij}^{(x)} \right) = \sum_{i=1}^{17} \left(\sum_{j=1}^{10} C_{t,ij}^{(y)} \right) = 247,19$$

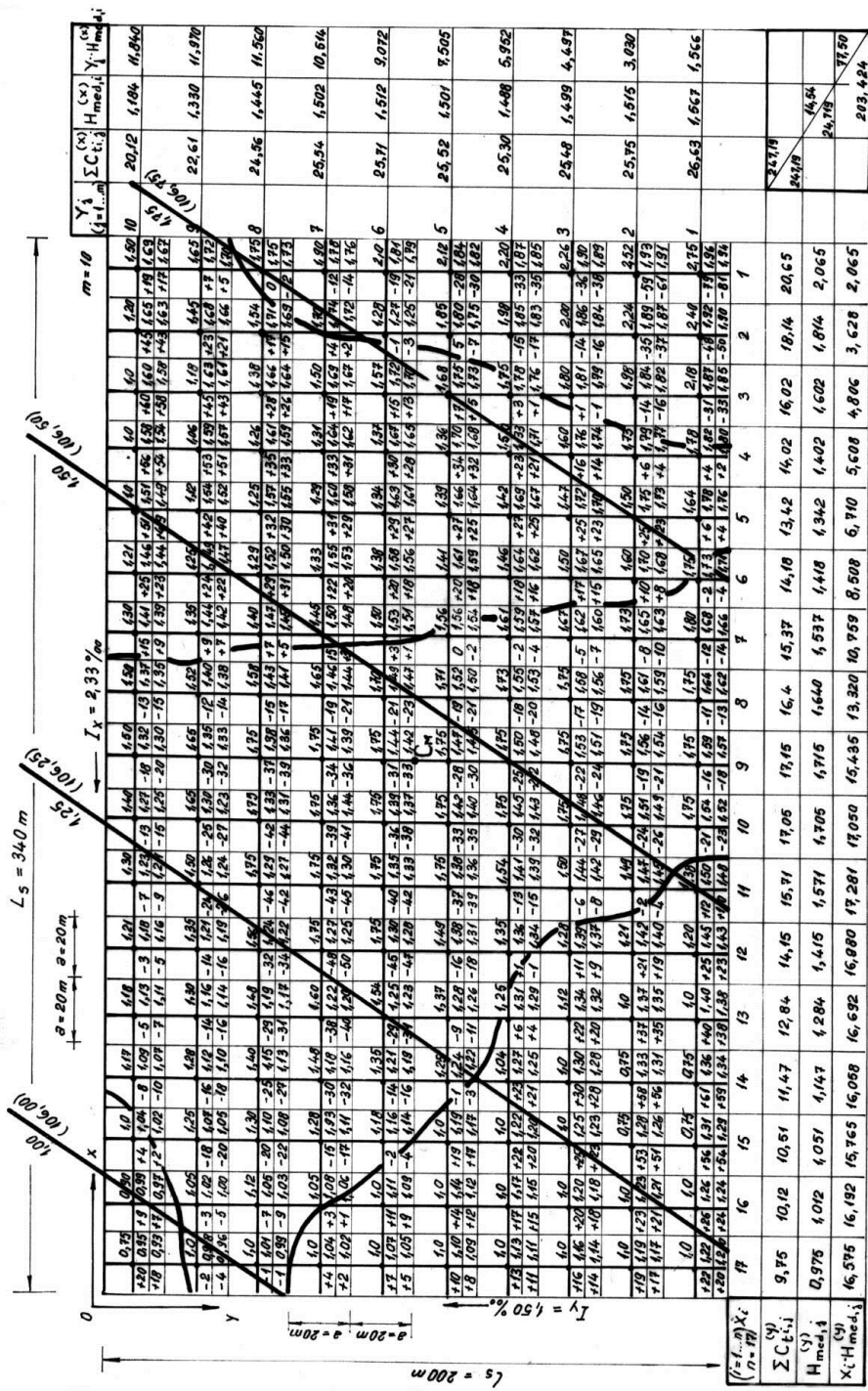


Fig. 7.6. Planul de situație, caroiul și pichetarea sectorului de nivelare

Cota medie relativă a sectorului de nivelare:

$$C_M = \frac{247,19}{10 \times 17} = 1,454 \text{ m,}$$

iar cea absolută: $C_M = 105 + 1,454 = 106,454 \text{ mdM.}$

$$H_{med,ij}^{(x)} = \sum_{j=1}^{10} H_{med,i}^{(x)} = 14,54 \text{ m ; } H_{med,ij}^{(y)} = \sum_{i=1}^{17} H_{med,i}^{(y)} = 24,719 \text{ m}$$

$$\sum_{j=1}^{10} Y_j \cdot H_{med,i}^{(x)} = 77,50 \text{ m ; } \sum_{i=1}^{17} X_i \cdot H_{med,i}^{(y)} = 203,424 \text{ m}$$

Pantele de nivelare sunt:

$$I_{0x} = \frac{12 \cdot 203,424 - 6 \cdot [(17+1) \cdot 24,719]}{20 \cdot (17-1) \cdot 17 \cdot (17+1)} = -0,002334$$

$$I_{0x} = -2,334 \%$$

$$I_{0y} = \frac{12 \cdot 77,50 - 6 \cdot [(10+1) \cdot 14,54]}{20 \cdot (10-1) \cdot 10 \cdot (10+1)} = -0,001497$$

$$I_{0y} = -1,497 \%$$

Obs.: având în vedere valorile negative obținute pentru ambele pante de nivelare, rezultă că acestea vor fi invers orientate față de sensurile pozitive adoptate pentru axele sistemului de referință (x0y, vezi fig.7.6).

Calculul cotelor de nivelare al parcelelor (faza I):

- P(1,1): $C_{p,1,1}^{(I)} = 1,454 + 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 160 + 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 90 = 1,9622 \cong 1,96 \text{ m}$
- P(17,10): $C_{p,17,10}^{(I)} = 1,454 - 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 160 - 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 90 = 0,9458 \cong 0,95 \text{ m}$
- P(17,1): $C_{p,17,1}^{(I)} = 1,454 - 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 160 + 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 90 = 1,215 \cong 1,22 \text{ m}$
- P(1,10): $C_{p,1,10}^{(I)} = 1,454 + 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 160 - 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 90 = 1,6927 \cong 1,69 \text{ m}$
- P(8,5): $C_{p,8,5}^{(I)} = 1,454 + 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 20 + 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 1,5157 \cong 1,52 \text{ m}$
- P(14,8): $C_{p,14,8}^{(I)} = 1,454 - 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 100 + 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 1,1458 \cong 1,15 \text{ m}$
- P(12,4): $C_{p,12,4}^{(I)} = 1,454 - 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 60 + 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 1,3589 \cong 1,36 \text{ m}$
- P(4,7): $C_{p,4,7}^{(I)} = 1,454 + 2,334 \cdot 10^{-3} \cdot 100 + 1,497 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 1,625 \cong 1,63 \text{ m}$

Calculule înălțimii de terasamente (faza I):

$$P(1,1): h_{p,1,1}^{(I)} = 1,96 - 2,75 = -0,79 \text{ m} = -79 \text{ cm}$$

$$P(17,10): h_{p,17,10}^{(I)} = 0,95 - 0,75 = +0,20 \text{ m} = +20 \text{ cm}$$

$$P(17,1): h_{p,17,1}^{(I)} = 1,22 - 1,00 = +0,22 \text{ m} = +22 \text{ cm}$$

$$P(1,10): h_{p,1,10}^{(I)} = 1,69 - 1,50 = +0,19 \text{ m} = +19 \text{ cm}$$

$$P(8,5): h_{p,8,5}^{(I)} = 1,52 - 1,71 = -0,19 \text{ m} = -19 \text{ cm}$$

$$P(14,8): h_{p,14,8}^{(I)} = 1,15 - 1,40 = -0,25 \text{ m} = -25 \text{ cm}$$

$$P(12,4): h_{p,12,4}^{(I)} = 1,36 - 1,35 = +0,01 \text{ m} = +1 \text{ cm}$$

$$P(4,7): h_{p,4,7}^{(I)} = 1,64 - 1,31 = +0,33 \text{ m} = +33 \text{ cm}$$

Verificarea (V II) calculul înălțimilor de terasamente:

$$\sum S^{(I)} = -1852 \text{ cm}; \sum U^{(I)} = +1852 \text{ cm}$$

Suplimentarea terasamentelor cu $\Delta h = -2 \text{ cm}$:

$$P(1,1): h_{p,1,1}^{(II)} = -79 - 2 = -81 \text{ cm}$$

$$P(17,10): h_{p,17,10}^{(II)} = +20 - 2 = +18 \text{ cm}$$

$$P(17,1): h_{p,17,1}^{(II)} = +22 - 2 = +20 \text{ cm}$$

$$P(1,10): h_{p,1,10}^{(II)} = +19 - 2 = +17 \text{ cm}$$

$$P(8,5): h_{p,8,5}^{(II)} = -19 - 2 = -21 \text{ cm}$$

$$P(14,8): h_{p,14,8}^{(II)} = -25 - 2 = -27 \text{ cm}$$

$$P(12,4): h_{p,12,4}^{(II)} = +1 - 2 = -1 \text{ cm}$$

$$P(4,7): h_{p,4,7}^{(II)} = +33 - 2 = +31 \text{ cm}$$

Verificarea suplimentării volumului de terasamente:

$$\begin{aligned} \sum S^{(II)} &= -2124 \text{ cm} \\ \sum U^{(II)} &= +1768 \text{ cm} \end{aligned} \Rightarrow \frac{|\sum S^{(II)}|}{\sum U^{(II)}} = \frac{2124}{1768} = 1,201$$

Volumul total de săpătură în sectorul de nivelare:

$$V_s = 21,24(20 \cdot 20) = 8496 \text{ m}^3$$

Cubajul specific:

$$C_s = \frac{8496}{(400 \cdot 170) \cdot 10^{-4}} = 1249 \text{ m}^3/\text{ha}$$

a cărei valoare se situează sub cea maxim admisă pentru această categorie de lucrări.

7.4. Traseul în plan, alcătuirea profilului longitudinal, a secțiunilor transversale caracteristice și calculul volumelor de terasamente aferente unei rețele de canale (pentru sistemele de desecare - drenaj)

Proiectarea unei rețele de canale deschise aferente unui sistem hidroameliorativ, și nu numai, necesită pentru stabilirea traseului în plan un studiu prealabil în teren și al planului de situație (fig.7.7) în vederea stabilirii:

- tipul adecvat al rețelei (sistematică sau nesistematică);
- traseul optim, trasat după direcția pantei naturale a terenului, fapt ce asigură funcționarea gravitațională ($i_{can} \cong i_{ter}$) și volume minime de terasamente.

Legat de aceste două aspecte se poate menționa faptul că o rețea sistematică asigură bune condiții executării mecanizate atât a lucrărilor agricole cât și celor de exploatare și întreținere ale lucrărilor hidroameliorative, dar necesită sistematizarea teritoriului, în timp ce o rețea nesistematică conduce la îngreunarea executării mecanizate a lucrărilor menționate, dar prezintă avantajul că pot fi executate cu volume de terasamente mult mai mici. Analizarea atentă a tuturor acestor avantaje și dezavantaje trebuie să conducă (pentru eficiență) la găsirea soluției optime între aspectele economice și tehnice.

Alcătuirea *profilului longitudinal* al traseului rețelei este precedată de dimensionarea hidraulică a tronsoanelor ce alcătuiesc rețeaua (vezi subcapitolul 7.1). Pantele longitudinale ale acestor tronsoane vor avea valori cât mai apropiate de cele naturale ale terenului pe care-l parcurg, pante care să asigure viteze de curgere ale apei în domeniul optim. Etapele și relațiile de calcul specifice alcătuirii profilului longitudinal, sunt următoarele:

1. *alcătuirea profilului longitudinal al terenului* pe parcursul traseului rețelei, prin preluarea de pe planul de situație a valorilor cotelor acestui parcurs (L1, fig.7.8);
2. *calculul distanțelor parțiale* (lungimilor) și *cumulate* ale traseului;
3. *trasarea liniei luciului apei* (L2, fig.7.8) în conformitate cu pantele longitudinale ale tronsoanelor ce alcătuiesc rețeaua, pante adoptate la dimensionarea hidraulică (cu asigurarea gardei minime $\Delta h = 30 \text{ m}$ pe întreg traseul); *important* de subliniat este faptul că la trasarea pantelor longitudinale ale acestei linii trebuie să se țină seama de efectul de scară, căci valoric, scara înălțimilor diferă de scara lungimilor.

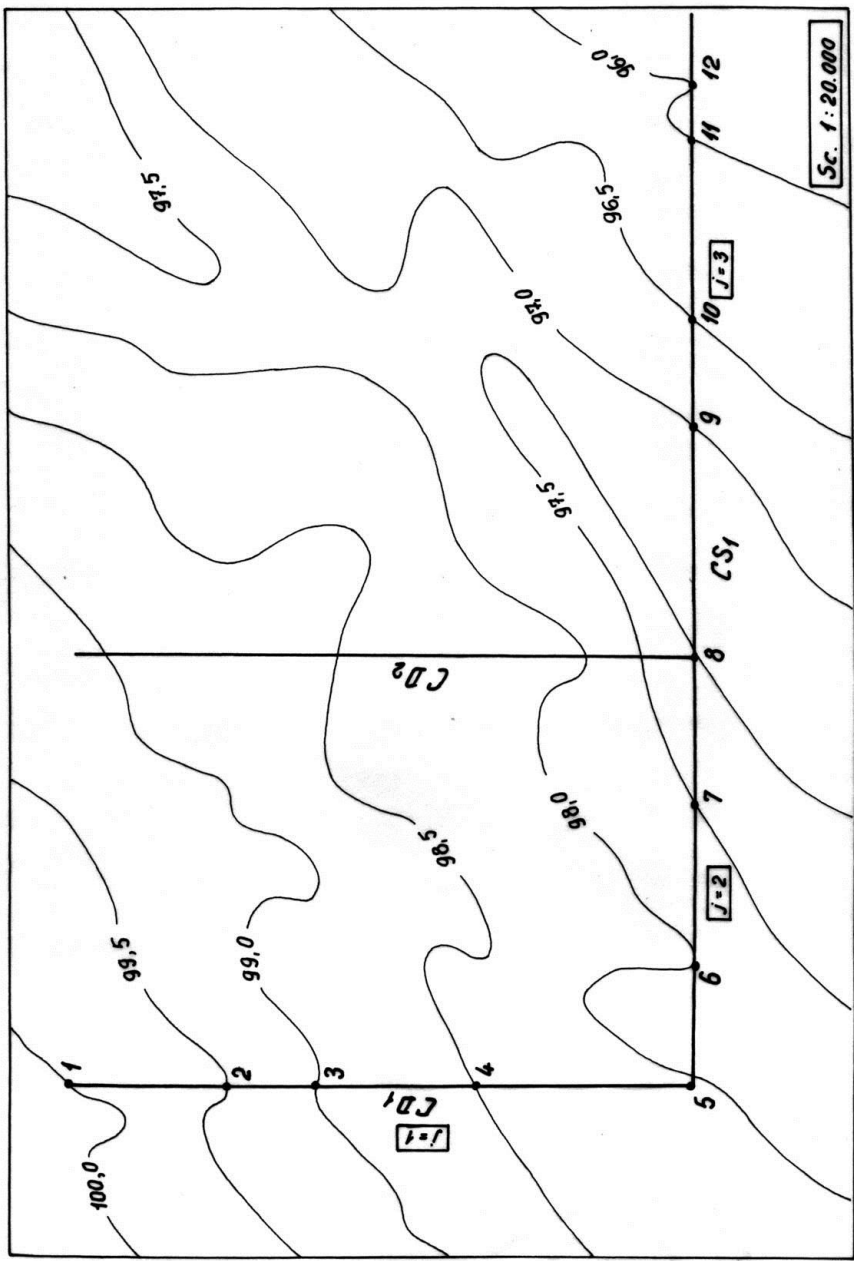


Fig.7.7. Plan de situație cu traseul în plan al rețelei de canale

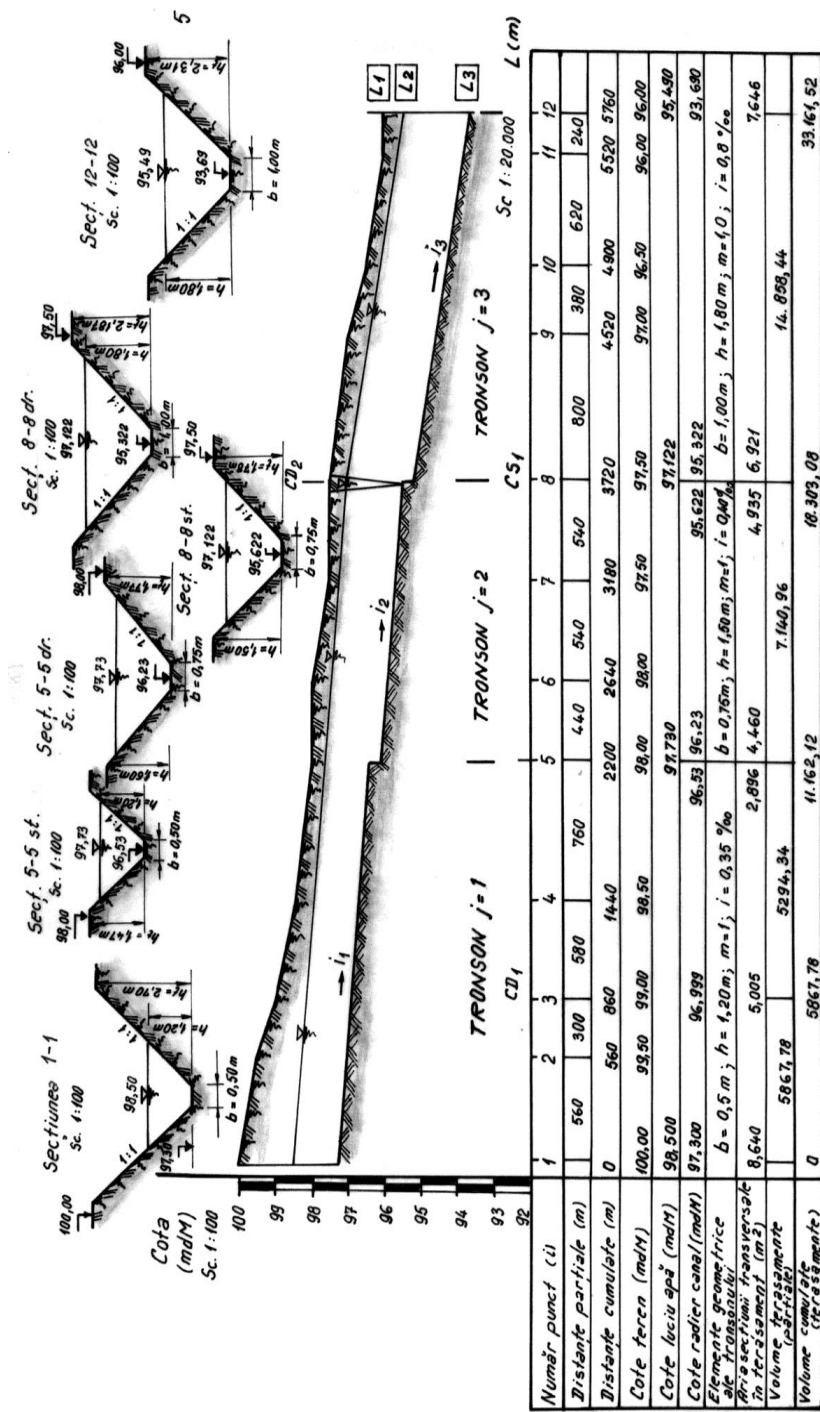


Fig.7.8. Profil longitudinal și secțiuni transversale caracterice (CD₁ - CS₁)

4. *trasarea liniei radierului* (L_3 , fig.7.8), care pe un tronson de dimensionare este paralel cu linia luciului apei și situată sub aceasta, conform adâncimii apei (h) pe tronson, adâncime rezultată din dimensionarea hidraulică;

5. *calculul cotelor luciului apei* ($C_{\ell a,i}$) și a *liniei radierului* ($C_{Rad, i}$), conform relațiilor:

$$C_{\ell a,i+1} = C_{\ell a,i} - i_j \cdot L_{i,i+1}$$

$$C_{Rad,i} = C_{\ell a,i} - h_j$$

unde: i_j (-), este panta longitudinală a tronsonului de calcul (j);

$L_{i,i+1}$ (m), este lungimea tronsonului de calcul, cuprins între punctele i și $i+1$;

h_j (m) este adâncimea apei pe tronsonul de calcul (j).

Etapele și relațiile de calcul necesare determinării volumului de terasamente aferente rețelei proiectate sunt următoarele:

1. alcătuirea *secțiunilor transversale* (5 în fig.7.8) ale tronsoanelor ce alcătuiesc rețeaua și calculul ariilor acestora:

$$S_i = (b_j + m_j \cdot h_{t,i}) \cdot h_{t,i}$$

unde: b_j (m) și m_j (-) sunt lățimea radierului și respectiv coeficientul de înclinare al taluzului pe tronsonul de calcul;

$h_{t,i}$ (m) este adâncimea secțiunii (în terasament);

$$h_{t,i} = C_{T,i} - C_{Rad,i}$$

unde: $C_{T,i}$ (mdM) este cota terenului în secțiunea de calcul (punctul i).

2. *calculul volumelor parțiale* pe tronsoane și al *volumelor totale de terasamente*

$$Vol_{i,i+1} = \frac{1}{2} (S_i + S_{i+1}) \cdot L_{i,i+1}$$

$$Vol_{tot} = \sum_{i=1}^n Vol_{i,i+1}$$

Rezultatele unui exemplu de calcul, specific acestei tematici, cu următoarele date:

- planul de situație (cu curbe de nivel, fig.7.7);
- traseul rețelei, alcătuit din $j = 3$ tronsoane, fiecare dintre acestea având următoarele caracteristici (rezultate din dimensionarea hidraulică):

tronson

$$\boxed{j = 1}$$

cuprins între punctele $i = 1 \dots 5$

$$b_1 = 0,50 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,20 \text{ m}$$

$$m_1 = 1$$

$$i_1 = 0,35 \text{ ‰}$$

cuprins între punctele $i = 5 \dots 8$

$$b_2 = 0,75 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,50 \text{ m}$$

$$m_2 = 1$$

$$i_2 = 0,40 \text{ ‰}$$

$$\boxed{j = 3}$$

cuprins între punctele $i = 8 \dots 12$

$$b_3 = 1,00 \text{ m}$$

$$h_3 = 1,80 \text{ m}$$

$$m_3 = 1$$

$$i_3 = 0,80 \text{ ‰}$$

sunt prezentate în fig.7.8.