

## 7. TOPOGRAFIE APLICATA.

Totalitatea notiunilor abordate în primele capitole se concretizau în posibilitatea de a determina pozitia unor detalii din teren într-un sistem de coordonate unitar si omogen; cu alte cuvinte pâna acum nu am facut altceva decât sa consemnam o situatie existenta în teren. Cum însa nimic nu este vesnic, în capitolul de fata vom vedea cum se pot transpune în realitate proiectele de investitii ce urmaresc realizarea de noi constructii, fie ca este vorba de constructii civile, industriale, hidrotehnice sau de cai de comunicatii. Cu studiul metodelor de transpunere în teren a proiectelor se ocupa topografia inginereasca sau topografia aplicata.

### 7.1. *Lucrari topografice la proiectarea constructiilor.*

Orice lucrare de investitii parcurge o serie de etape care sunt, din punct de vedere al continutului identice. O prima etapa este cea în care, dupa ce a aparut ideea investitiei se impune sa se studieze daca si în ce conditii tehnice, economice si financiare este posibila realizarea investitiei. Pentru aceasta, din punct de vedere topografic, este necesar sa existe planuri de situatie care sa permita studierea investitiei în conditiile exacte ale terenului. Aceste planuri fie ca pot exista din lucrari anterioare si, pentru ca nu au aparut elemente noi sau acestea sunt putine, pot fi folosite ca atare, sau, în cazul în care aceste planuri nu exista vor trebui întocmite. În general aceste planuri sunt fie la scara 1:25000 - 1:5000 pentru studiile de amplasament, fie la scari mari, 1:1000 - 1:5000 pentru elaborarea proiectului. Pe astfel de planuri, proiectantul va gândi toata investitia. Aceasta este etapa numita "studiu tehnico-economic - S.T.E." si ea poate contine una sau mai multe variante de executie a investitiei. În baza acestei documentatii, factorii de decizie hotarasc care este varianta ce se va transpune în practica. Odata hotarârea luata, proiectantul va detalia varianta finala în vederea executiei propriuzise a investitiei, acum solutiile prezentate fiind concrete si urmeaza sa se execute. O astfel de faza se numeste "proiect de executie - P.E." Exista situatii în care cele doua etape se contopesc, deoarece investitia este una comuna, nu ridica probleme de proiectare sau executie deosebite, nu are decât o singura solutie, astfel ca se ajunge la un "proiect faza unica - P.F.U."

Nu numai lucrarile topografice sunt necesare în aceasta faza, ci si cele legate de geologia si geotehnica locului (pentru a se vedea daca si în ce conditii terenul suporta constructia) si de hidrologie.

Partea care presupune transpunerea în teren a investitiei începe dupa ce a fost elaborat si avizat proiectul de executie. Din acest moment, întreaga lucrare se va materializa si cu aportul activitatii topografice. Activitatea însa, cu toata complexitatea ei, se poate reduce la trasari de elemente pe teren : distante, unghiuri, cote, linii de panta, transmiteri de cote la etaj sau în fundatii, etc.

### 7.2. *Trasarea pe teren a elementelor topografice.*

#### 7.1.1. *Trasarea unghiurilor.*

Indiferent de precizia cu care se va trasa unghiul, datele cunoscute sunt aceleasi pentru toate cazurile. Se considera cunoscute coordonatele punctelor A,B si C, iar în teren exista doua puncte A si B, care constituie directia de referinta fata de care se va trasa unghiul  $\beta$ . Din coordonatele punctelor se vor calcula orientarile  $\theta_{AB}$  si  $\theta_{AC}$  cu relatiile

$$\operatorname{tg} \theta_{AB} = \frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}} ; \operatorname{tg} \theta_{AC} = \frac{\Delta x_{AC}}{\Delta y_{AC}} \quad [8.1]$$

Valoarea unghiului  $\beta$  va rezulta ca diferenta celor doua orientari (figura ..7.17.27.3) si va reprezenta marimea proiectata a unghiului ce se va trasa.

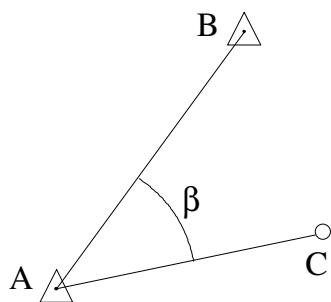


Figura 7.1 - Trasarea cu precizie redusa.

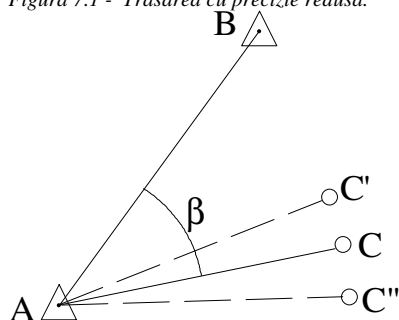


Figura 7.2 - Trasarea cu precizie medie.

#### 7.1. *Trasarea unghiurilor cu precizie redusa.*

Se instaleaza teodolitul în punctul A, se vizeaza punctul B si ce face citirea  $C_B$ , care în general este diferita de 0. La valoarea citita se aduna marimea calculata a unghiului  $\beta$ , obtinându-se citirea catre punctul C. Se va roti teodolitul în sens orar pâna ce la dispozitivul de citire se obtine valoarea calculata a citirii  $C_C$ . La o distanta oarecare, un jalon ce va materializa unghiul trasat se deplaseaza convenabil pâna când se suprapune peste firul reticular verticalat al lunetei teodolitului. Vârful jalonului va materializa directia AC.

Trasarea se poate face si procedând în aducerea diviziunii "0" a cercului orizontal gradat pe directia initiala, AB. În acest caz, initial se va gasi diviziunea "0" a cercului gradat, se va bloca miscarea înregistratoare si se va viza punctul B. Citirea catre punctul C va fi acum identica cu marimea unghiului  $\beta$ , dupa care se va proceda identic ca în cazul general. Din punct de vedere al preciziei rezultatului final, ambele metode sunt comparabile, aducerea lui "0" pe directia initiala necesitând însa timp în plus fata de cazul general.

#### 7.2. *Trasarea unghiurilor cu precizie medie.*

Datele cunoscute si elementele ce se calculeaza sunt aceleasi. Pentru trasare se instaleaza teodolitul în punctul A, se vizeaza, cu luneta în pozitia I (cerc vertical stânga-CS) punctul B si ce face citirea  $C'_B$ . Se roteste teodolitul

în sens orar pâna ce la dispozitivul de citire se obtine valoarea calculata a citirii  $C'_C$ ; la o distanta oarecare, un cui sau un ac vor materializa unghiul trasat. Se aduce aparatul în pozitia a II-a (cerc vertical dreapta-CD) si se vizeaza punctul B facându-se citirea  $C''_B$ ; aceasta va diferi de citirea din pozitia I cu aproximativ  $200^s$ . La aceasta citire se adauga valoarea unghiului  $\beta$  calculat si se obtine citirea  $C''_C$  care se va introduce la dispozitivul de citire prin rotirea teodolitului în sens orar. Se va obtine o directie  $AC''$ , apropiata de  $AC'$ . Unghiul proiectat  $\beta$ , trasat cu precizie medie, va fi determinat de directiile AB si  $AC''$ , unde punctul C se afla la jumatarea segmentului  $C'C''$ .

Un caz particular este cel în care pe directia initiala, în pozitia CS se aduce diviziunea "0" a cercului orizontal. În continuare, se procedeaza identic ca în cazul general.

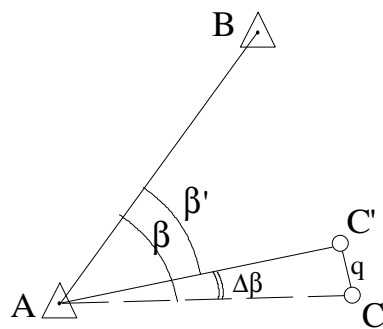


Figura 7.3 - Trasarea cu precizie ridicata.

### 7.3. Trasarea unghiurilor cu precizie ridicata.

Metoda permite obtinerea celor mai bune precizii la trasarea unghiurilor si este de fapt o combinatie de trasare de unghi si trasare de elemente liniare de lungime mica. Teodolitul instalat în punctul A va viza punctul B, viza careia îi va corespunde citirea  $C_B$ . Fata de acesta directie se va trasa, cu precizie scazuta unghiul  $\beta$ , obtinând directia  $AC'$ , dupa care unghiul astfel trasat se va masura cu precizie, folosind, de exemplu una din metodele de masurare a unghiurilor izolate, cum este metoda repetitiei, sau folosind metoda seriilor. Dupa prelucrarea masuratorilor si obtinerea valorii celei mai probabile, unghiul trasat cu precizie scazuta dar masurat precis,  $\beta'$ , va diferi de unghiul proiectat,  $\beta$ , cu o cantitate  $\Delta\beta$ :

$$\Delta\beta = \beta - \beta' \quad [8.2]$$

Acestei marimi unghiulare îi corespunde o marime liniara  $q$ , care se poate calcula, cu relatia:

$$q = d \cdot \operatorname{tg}\beta \quad [8.3]$$

sau, deoarece unghiul este foarte mic, cu relatia:

$$q = d \cdot \frac{\Delta\beta^{cc}}{\rho^{cc}} \quad [8.4]$$

Cantitatea  $q$  se aplica în teren construind pe aliniamentul  $AC'$  o perpendiculara; prin aplicarea cantitatii  $q$ , se obtine pozitia punctului C, care defineste unghiul proiectat  $\beta$ .

Indiferent de metoda de trasare aplicata, unghiurile vor fi afectate de erorile directiilor ce compun unghiul. La rândul lor directiile vor fi eronate, eroarea medie patratice pentru o directie având forma:

$$m_{dir} = \pm\sqrt{m_c^2 + m_r^2 + m_i^2 + m_m^2 + m_{CE}^2} \quad [8.5]$$

unde:

- $m_c$  reprezinta eroarea datorata centrării aparatului pe punctul de statie;
- $m_r$  eroarea de centrare a marcii sau semnalului vizat (eroare de reductie);
- $m_i$  eroarea instrumentala a aparatului folosit la trasare;
- $m_m$  eroarea de masurare;
- $m_{CE}$  eroarea datorata conditiilor exterioare.

La rândul lor,  $m_i$  - eroarea instrumentala are expresia:

$$m_i = \pm\sqrt{m_{colim}^2 + m_v^2 + m_i^2 + m_d^2 + m_{ex}^2} \quad [8.6]$$

unde:

- $m_{colim}$  este eroarea de colimatie a lunetei teodolitului
- $m_v$  este eroarea de înclinare a axei verticale a teodolitului
- $m_i$  eroare de înclinare a axei secundare, a umerilor lunetei,
- $m_d$  eroarea de divizare a cercului orizontal si a dispozitivului de citire,
- $m_{ex}$  eroarea de excentricitate a cercurilor orizontale (alidat si limb),

iar eroarea de masurare are expresia:

$$m_m = \pm\sqrt{m_c^2 + m_{viz}^2} \quad [8.7]$$

unde:

- $m_c$  este eroarea de citire datorata aproximatiei dispozitivului de citire,
- $m_{viz}$  este eroarea de vizare.

### 8. Trasarea pe teren a distantelor.

Trasarea distantelor pe teren se poate face, la fel ca si masurarea, direct sau indirect. Indiferent de procedeul ce se va adopta, fie din coordonatele proiectate ale punctelor ce definesc distanta, fie din proiect, se cunoaste marimea ce urmeaza a fi trasata, totdeauna valoarea reprezentând distanta orizontala. Aceasta înseamna ca daca avem de trasat o distanta si punctele ce o definesc se afla la cote diferite, va fi necesar sa trecem de la distanta orizontala la lungimea înclinata. Trasarea propriu-zisa se va compune, indiferent de metoda aleasa, din doua etape: prima în care se traseaza o distanta apropiata ca valoare cu cea proiectata si a doua în care se traseaza diferenta pâna la valoarea proiectata.

### 7.4. Trasarea pe cale directa.

Pentru a putea face o trasare de distanta pe cale directa va trebui sa dispunem de o ruleta, sau pentru trasari foarte precise de un fir invar.

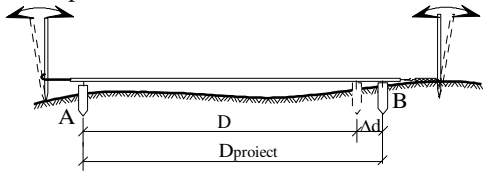


Figura 7.4 - Trasarea directa a distantelor horizontale.

În figura 8.4 se arata ca într-o faza initiala s-a trasat distanta orizontala D, diferita de cea proiectata  $D_{proiect}$ . Dupa masurare, distantei D i se calculeaza toate corectiile necesare:

- de etalonare :  $\Delta l_k = l_o - l_n$  unde  $l_o$  - lungimea reala;  $l_n$  - lungimea nominala;
- de întindere :  $\Delta l_p = \frac{1000 \cdot l_n}{S \cdot E \cdot (F - F_0)}$  unde:  $l_n$  - lungimea

nominala, S - sectiunea transversala a ruletei, exprimata în  $cm^2$ , E - modulul de elasticitate al otelului ( $2,1 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$ ), F - forta în timpul masurarii,  $F_0$  - forta la etalonare;

- de temperatura :  $\Delta l_t = l_t - l_{etal} = l \cdot \alpha \cdot (t^\circ - t^\circ_0)$  unde : l - lungimea panglicii,  $\alpha$  - coeficientul de dilatare termica liniara a otelului avînd valoarea de 0,0115mm/grad celsius/m, t - temperatura la momentul masurarii,  $t_0$  - temperatura la momentul etalonarii;
- de reducere la orizont :  $\Delta l_0 = -\frac{\delta h^2}{2l} - \frac{\delta h^4}{8l^3}$  unde l este lungimea înclinata si  $\delta h$  este diferenta de nivel între capetele distantei de trasat.

Toate aceste corectii se vor aplica cu semnul schimbat fata de cele ce s-ar aplica în cazul masurarii.

### 7.5. Trasarea pe cale indirecta.

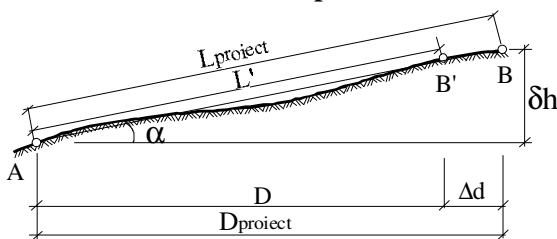


Figura 7.5 - Trasarea indirecta a distantelor.

În practica se pot întîlni fie cazul în care avem de aplicat distanta orizontala si între punctele A si B (figura 8.5) terenul este orizontal, fie terenul între punctele A si B are o diferenta de nivel  $\delta h$  sau face un unghi de panta  $\alpha$ . Când valorile pentru  $\delta h$  sau  $\alpha$  nu se dau prin proiect, ele se vor determina prin masurare la teren.

Trasarea propriu-zisa presupune aplicare unei distante D sau a unei lungimi înclinate L, care vor diferi de valoarea proiectata. Diferenta pâna la valoarea proiectata se va aplica cu

o ruleta, direct în teren fata de punctul B'.

### 9. Trasarea cotelor proiectate.

Datele cunoscute în acest caz se refera la existenta în teren a reperului de nivelment a carui cota este cunoscuta,  $H_A$ , cota punctului ce urmeaza a fi trasat pe înaltime,  $H_B$ , precum si distanta orizontala D, între reperul de nivelment si punctul ce se va trasa pe înaltime (acolo unde este cazul). Trasarea se poate face prin nivelment geometric, de mijloc sau de capat, nivelment trigonometric sau nivelment hidrostatic.

#### 7.6. Trasarea cotelor prin nivelment geometric.

La trasarea cotelor folosind acest procedeu, se foloseste principiul vizelor orizontale; la fel ca si la masurarea cotelor, nivelmentul poate fi de mijloc sau de capat. Cel de al doilea se foloseste foarte rar datorita erorilor ce intervin la determinarea înaltimei aparatului. Aparatura necesara se compune din instrunebtul de nivelment si cel putin o mira.

#### 7.7. Trasarea prin nivelment geometric de mijloc.

În figura 8.6, se cunoaste pozitia altimetrica a punctului A, în teren, precum si valorile cotelor punctelor A si B. Se cere sa se traseze pe înaltime punctul B.

Din figura se poate scrie ca:

$$H_A + a = H_{B_{pr}} + b_{pr} \quad [8.8]$$

unde a se citeste pe mira amplasata pe reperul de nivelment. Din relatia [\*\*\*] se poate afla valoarea lui  $b_{pr}$ :

$$b_{pr} = H_A + a - H_{B_{pr}} \quad [8.9]$$

Pentru trasare, mira amplasata în punctul B, se va deplasa în sus sau în jos pâna când la firul nivelor orizontal se citeste valoarea calculata a lui  $b_{pr}$ . În acel moment, la talpa mirei se va însemna cu creionul sau cu creta, cota proiectata a

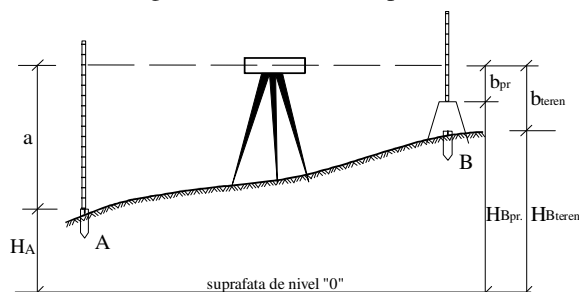


Figura 7.6 - Trasarea cotelor prin nivelment geometric de mijloc.

punctului B.

#### 7.8. Trasarea prin nivelment geometric de capat.

Pentru trasarea cotelor prin acest procedeu, instrumentul de nivelment se va instala deasupra reperului de nivelment, A. Din figura 8.7, putem scrie ca:

$$H_A + i = H_{B_{pr}} + b_{pr} \quad [8.10]$$

de unde rezulta valoarea lui  $b_{pr}$ :

$$b_{pr} = H_A + i - H_{B_{pr}} \quad [8.11]$$

Pentru trasarea propriuzisa se procedeaza ca în cazul trasarii prin nivelment geometric de mijloc.

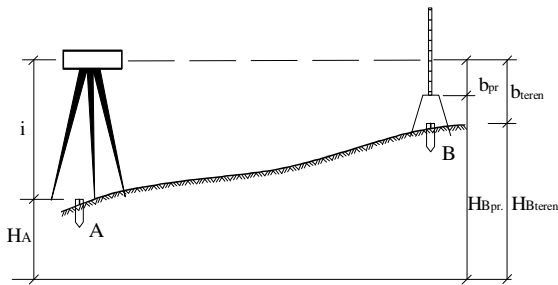


Figura 7.7 - Trasarea cotelor prin nivelment geometric de capat.

Trasarea pe înaltime a punctului B se poate face si daca se cunoaste cota punctului B la nivelul terenului. În acest caz, diferenta între cota proiectata si cota terenului determina cota de lucru  $c_l$  dupa relatia:

$$c_l = H_{B_{pr}} - H_{B_{teren}} \quad [8.12]$$

Odata calculata aceasta valoare, ea este aplicata cu o ruleta pe un tarus sau o stinghie batute în pamânt, în apropierea punctului B. Pe santier aceasta marime este mult utilizata, deoarece da posibilitatea ca odata punctul marcat

planimetric în teren, fata de cota terenului sa se poata aplica usor cantitati ce se pot masura cu un metru.

### 7.9. Trasarea cotelor prin nivelment trigonometric.

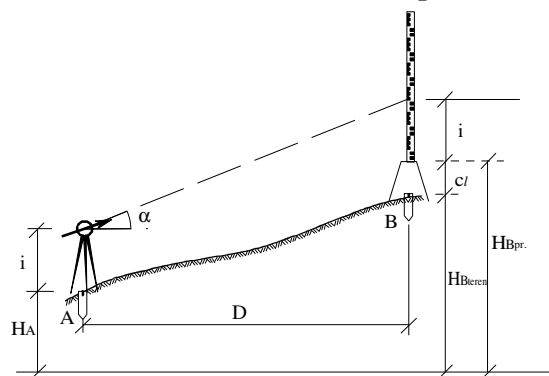


Figura 7.8 - Trasarea cotelor prin nivelment trigonometric.

În cazul trasarii cotelor prin aceasta metoda, se presupune ca, fie prin masurare directa fie prin calcul din coordonatele punctelor, se cunoaste distanta orizontala între reperul de nivelment si punctul a carui cota trebuie trasata. Metoda presupune de fapt trasarea unui unghi de panta care, la distanta D, asigura cota proiectata a punctului.

Din figura 8.8 putem scrie ca:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H_{B_{pr}} - H_A}{D} \quad [8.13]$$

din care rezulta valoarea lui  $\alpha$ . La teren se instaleaza teodolitul în punctul A si se masoara înaltimea "i" a instrumentului. Se vizeaza punctul B, astfel ca la cercul vertical sa citim valoarea unghiului de panta  $\alpha$ . În B se instaleaza o mira, care poate fi miscata pe

verticala, în sus si în jos, astfel ca la firul reticular orizontal al teodolitului din A sa citim înaltimea "i". La talpa mirei se afla cota proiectata a punctului B.

### 7.10. Trasarea cotelor prin nivelment hidrostatic.

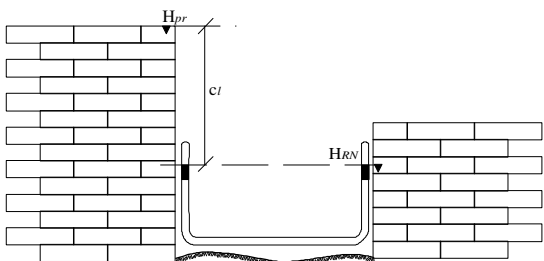


Figura 7.9 - Trasarea cotelor prin nivelment hidrostatic.

Cea mai cunoscuta si folosita dintre metodele de trasare a cotelor pe santier este cea care foloseste principiul vaselor comunicante, cunoscuta sub denumirea de furtunul cu apa.

Cunoscându-se valorile cotelor reperului de nivelment si a punctului ce se va trasa, se poate calcula valoarea cotei de lucru  $c_l$  cu relatia:

$$c_l = H_{pr} - H_{RN} \quad [8.14]$$

Prin nivelment hidrostatic (figura 8.9), se transmite pe verticala punctului proiectat cota reperului de nivelment, dupa care cu un metru sau o ruleta, fata de aceasta cota transmisa se

aplica valoarea cotei de lucru calculate. Pentru aplicarea corecta a procedurii, se impune ca pe timpul trasarii furtunul cu apa sa nu fie expus inegal la soare si sa nu prezinte strangulari care ar împiedica circulatia libera a lichidului.

### 7.11. Trasarea cotelor la etaj si în groapa de fundatie.

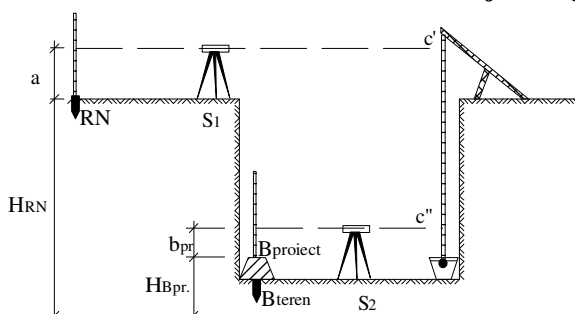


Figura 7.10 - Trasarea cotelor în groapa de fundatie.

În cazul în care cotele de trasat au diferente mari fata de cota reperului de nivelment, asa cum se întâmpla în cazul gropilor de fundatie sau a transmiterilor la etajele constructiei, nivelmentul geometric efectuat cu mirele clasice nu mai poate fi utilizat comod. Se va proceda deci la înlocuirea citirilor pe mira cu citiri pe o banda gradata de otel, cea mai comoda fiind banda unei rulete.

Un instrument de nivelment este instalat în statia  $S_1$  (figura 8.10) si face citirile a, pe mira amplasata pe reperul de nivelment si  $c'$  pe o ruleta suspendata. Pentru a se mentine ruleta în pozitie verticala si a-i asigura stabilitate, de capatul de jos al sau se va lega o greutate ce se va scufunda într-un vas cu

lichid vâcos (ulei auto). Un al doilea instrument de nivelment este instalat în groapa de fundatie si face citirea  $c''$  pe ruleta suspendata. Din figura se poate scrie ca:

$$H_{RN} + a = H_{B_{pr}} + b_{pr} + (c'' - c') \quad [8.15]$$

În ecuatia de mai sus, cotele punctelor sunt cunoscute din proiect, citirile a,  $c''$  si  $c'$  se fac pe mira sau ruleta.

Rezulta:

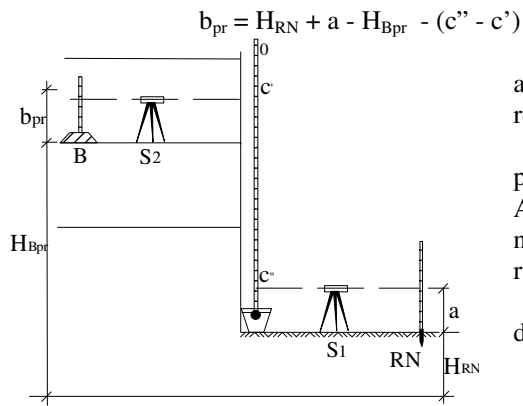


Figura 7.11 - Transmiterea cotelor la etaj.

Atât la transmiterea cotei în groapa de fundație cât și la transmiterea la etaj, se recomandă ca citirile pe ruleta din cele două stații de nivelment să fie simultane.

**10. Trasarea liniilor de panta data.**

O linie de panta data se poate trasa prin nivelment geometric, nivelment trigonometric sau, mai rar, prin nivelment hidrostatic. Indiferent de metoda aleasă, problema se reduce la a trasa un punct a cărui cota să asigure panta proiectată. Se consideră ca date cunoscute ale problemei poziția în teren a punctului A, lungimea  $d$  și valoarea pantei ce urmează să fie trasată.

**7.12. Trasarea liniilor de panta data prin nivelment geometric.**

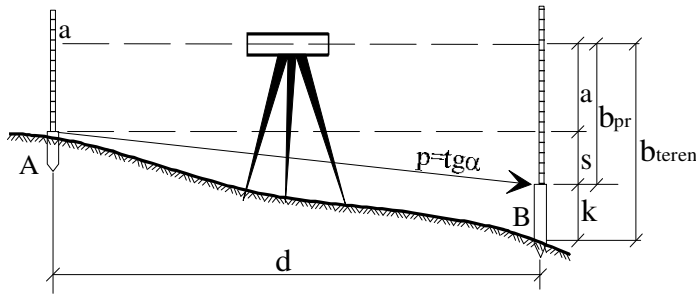


Figura 7.12 - Trasarea liniilor de panta data prin nivelment geometric de mijloc.

$$b_{pr} = a + s$$

$$[8.21]$$

Valoarea calculată a lui  $b_{pr}$  se aplică în teren prin ridicarea sau coborârea mirei din B până ce la firul nivelor se citește valoarea lui  $b_{pr}$ . La talpa mirei se găsește al doilea punct ce materializează linia de panta "p".

Trasarea liniilor de panta data se poate face și prin nivelment geometric de capăt, rezolvarea și relațiile fiind identice cu constatarea că în acest caz citirea "a" pe mira se transformă în înălțimea "i" a instrumentului.

**7.13. Trasarea liniilor de panta data prin nivelment trigonometric.**

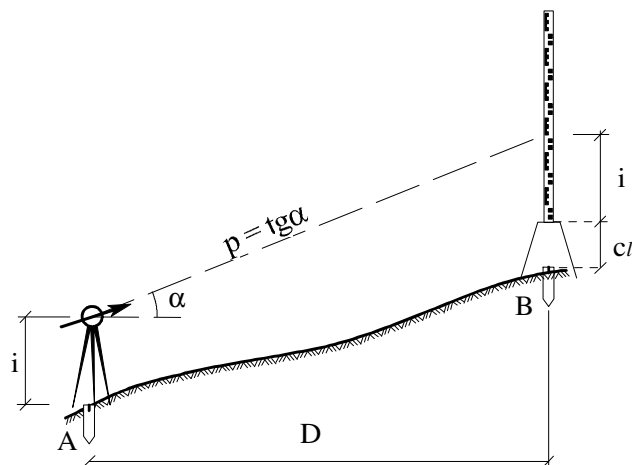


Figura 7.13 - Trasarea liniilor de panta data prin nivelment trigonometric negativ (pentru toate punctele situate sub linia orizontului).

În situația în care distanța între punctele ce marchează capetele liniei de panta este mare și necesitățile de santier o cer, vor trebui trasate și o serie de puncte intermediare. În această situație se va proceda la trasarea capetelor liniei de panta, după care se vor trasa punctele intermediare fie ca mai sus fie utilizând completul de teuri. În figura 8.14, punctul B a fost astfel trasat altimetric încât să asigure panta proiectată  $p$ .

Odată aceste calcule efectuate, trasarea presupune ca mira amplasată pe punctul B să fie ridicată sau coborâtă până când la firul reticular orizontal se va citi valoarea lui  $b_{pr}$ .

Trasarea cotelor la etaj se face, principial, identic. Diferă însă poziția reperului de nivelment și a punctului ce se trasează pe înălțime. Astfel, din stația  $S_1$  se fac citirile  $a$ , pe mira amplasată pe reperul de nivelment și  $c''$  pe ruleta suspendată. Din stația  $S_2$  se face citirea  $c'$  pe ruleta suspendată. Din figura 8.11 se poate scrie egalitatea:

$$H_{RN} + a + (c'' - c') = H_{Bpr} + b_{pr} \quad [8.17]$$

de unde rezulta:

$$b_{pr} = H_{RN} + a + (c'' - c') - H_{Bpr} \quad [8.18]$$

Pentru trasare, se ridică sau se coboară mira din punctul B până când la firul reticular orizontal se citește valoarea calculată a lui  $b_{pr}$ .

Aparatura folosită presupune un instrument de nivelment și cel puțin o mira. Din figura 8.12 rezulta :

$$p = \operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{d} \quad [8.19]$$

de unde se obține valoarea lui  $s$  :

$$s = d \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad [8.20]$$

Pentru trasare se instalează o nivela aproximativ la jumătatea pantei de trasat și se citește "a" pe mira amplasată în punctul A. Se calculează  $b_{pr}$  corespunzător pantei "p" cu relația:

Aparatura folosită presupune un teodolit, a cărui înălțime "i" se măsoară și o mira. Din figura 8.13 rezulta :

$$p = \operatorname{tg} \alpha \quad [8.22]$$

de unde rezulta valoarea unghiului de panta  $\alpha$ :

$$\alpha = \operatorname{arctg} \alpha \quad [8.23]$$

Unghiul astfel obținut se introduce la cercul vertical al teodolitului care vizează o mira instalată pe punctul B. Mira se ridică sau se coboară până când la firul reticular orizontal se citește pe mira valoarea înălțimii aparatului. În acel moment, la talpa mirei se află trasat altimetric punctul B care asigură linia de panta proiectată între A și B.

O atenție deosebită se va acorda valorii unghiului de panta  $\alpha$ , care poate fi pozitiv (pentru toate punctele situate deasupra liniei orizontului) sau

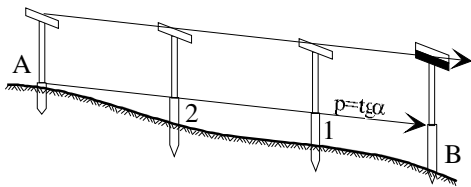
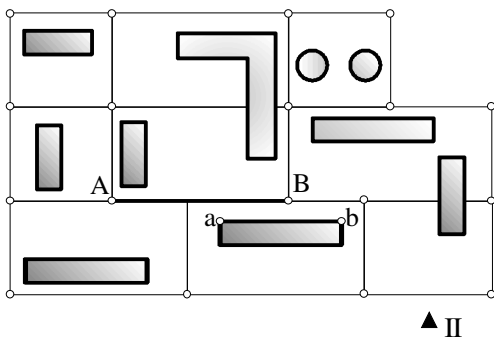


Figura 7.14 - Utilizarea completului de teuri.

Pentru trasarea punctelor intermediare 1 si 2, în punctul A se va instala un teu de o înaltime oarecare, terminat la partea superioara cu o sipca orizontala vopsita în culoarea alba. În punctul B se va instala un al doilea teu care are sipca orizontala de latime dubla fata de cea a teului din A, vopsita jumatarea de jos în negru si jumatarea de sus în alb. Înaltimea teului din B, pâna la zona de separare a culorilor este aceeași cu înaltimea teului din A. Un al treilea teu se instaleaza pe un tarus batut în punctul 1. Operatorul din punctul A va privi tangent la partea superioara a teului din A catre teul din B. Un al doilea operator va misca în sus sau în jos teul din 1 pâna ce operatorul din A va vedea partea superioara a teului din 1 peste linia de demarcatie a culorilor negru si alb a teului din B. Pentru teul din punctul 2 se va proceda în acelasi mod.

## 11. Reteaua de constructii.

Asa cum am vazut în capitolul "Planimetrie", lucrarile topografice referitoare la ridicarea detaliilor din teren se executa pornind de la punctele retelei de triangulatie, care, daca este necesar, se pot îndesi prin drumuiri. În general preciziile pe care le pot asigura aceste puncte nu satisfac în totalitate cerintele de precizie necesare în cazul amplasarii unor obiective de investitii. Pentru a rezolva acest inconvenient se impune realizarea unei retele locale de puncte, care se vor masura cu precizii superioare punctelor de triangulatie. Pe de alta parte, constructiile care se vor realiza în cadrul



I ▲  
Figura 7.15 - Retea de constructii.

unui ansamblu de locuinte sau în cadrul unei viitoare fabrici sau uzine sunt, în general, dispuse paralel unele fata de altele. Daca se tine seama de aceste considerente, vom concepe o retea de puncte astfel alcatuita încât sa ofere o serie de avantaje fata de retelele de triangulatie în sensul ca retea ce se va realiza si care se va numi "retea de constructie", va fi formata din figuri geometrice regulate. Într-o dispunere a constructiilor ca în figura 8.15, laturile retelei ce constructie, ce formeaza figuri sub forma patratelor sau dreptunghiurilor, sunt paralele sau perpendiculare pe fatadele constructiilor. Axele de coordonate au originea, (0, 0), în coltul din stânga, jos, al retelei. În zona exista însa si puncte de triangulatie, notate cu I si II, din care se va trasa în teren baza retelei de constructie, delimitata de punctele A si B. Aceasta va fi paralela cu latura ab a celei mai importante constructii. Functie de amplasamentul constructiilor, retea se va proiecta astfel ca laturile ei sa fie valori întregi si sa aiba lungimi de zeci de metri, iar în cazuri exceptionale lungimi ce sunt multipli de 5 metri. Nu se vor accepta deci laturi decât de forma 120,00m si în nici un caz de forma 123,45m. Dupa ce retea a fost proiectata se va trece la trasarea în teren a bazei retelei din punctele I si II, iar restul punctelor retelei se vor trasa numai din cele doua capete ale bazei. Va rezulta o retea trasata provizoriu la teren, care însa nu va fi o retea de patrate sau dreptunghiuri si având laturile cu valori de zeci de metri. Aceasta retea se va masura foarte precis, se va compensa si în urma acestei faze vom obtine coordonatele punctelor retelei de constructii care vor fi puțin diferite de varianta proiectata. Pentru a ajunge la ceea ce am gândit initial, va trebui sa calculam "reductiile" punctelor, adica niste corectii unghiulare si liniare care odata aplicate vor face ca retea noastra sa aiba forma si dimensiunile proiectate. Punctele ce definesc retea definitiva vor servi la trasarea în teren a tuturor punctelor constructiilor, prin metode ce se vor prezenta în cele ce urmeaza.

Considerentele pentru care se realizeaza o retea de constructie sunt legate de :

- usurinta cu care se determina coordonatele plane într-o retea cu forma regulata si implicit, cresterile de coordonate între doua puncte;

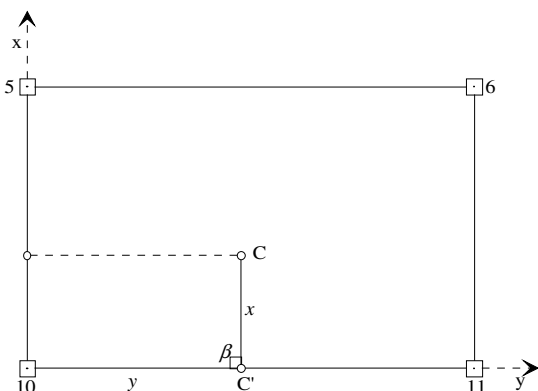


Figura 7.16 - Trasarea prin coordonate rectangulare.

ordonatei punctului C fata de punctul 10, cu relatiile:

$$x = x_C - x_{10}$$

- posibilitati multiple de control la trasarea unui punct;
- datorita densitatii mari a punctelor de sprijin, trasarea unui punct sau a unor elemente devine deosebit de comoda, deoarece se dispune de suficiente posibilitati de alegere.

## 12. Metode de trasare a punctelor constructiilor.

### 13. Metoda coordonatelor rectangulare.

Punctul de trasat prin metoda coordonatelor rectangulare, C, are coordonate date prin proiect, iar în teren exista punctele retelei de constructie, 5, 6, 10, 11, ce alcatuiesc un ochi al retelei de constructie. Din coordonate, se va calcula marimea abscisei si

$$y = y_C - y_{10}$$

$$[8.25]$$

Pentru trasare, se va aplica în teren lungimea  $y$ , pe aliniamentul determinat de punctele 10 si 11 ( latura a rețelei de constructie), obținând punctul  $C'$ . În acest punct se va trasa unghiul drept  $\beta$ , si fata de punctul  $C'$ , la lungimea  $x$  se obtine pozitia punctului  $C$ . Este de remarcat ca exista si posibilitatea de a se aplica întâi lungimea  $x$  pe latura 10-5 si apoi lungimea  $y$ . Daca s-ar proceda asa, erorile în pozitionarea punctului  $C$  ar fi mai mari ca în primul caz si s-ar datora exclusiv trasarii unghiului drept. Concluzia este ca nu se recomanda trasarea unor laturi lungi din laturi scurte. Metoda este folosita în special la trasarea punctelor constructiilor.

**14. Metoda coordonatelor polare.**

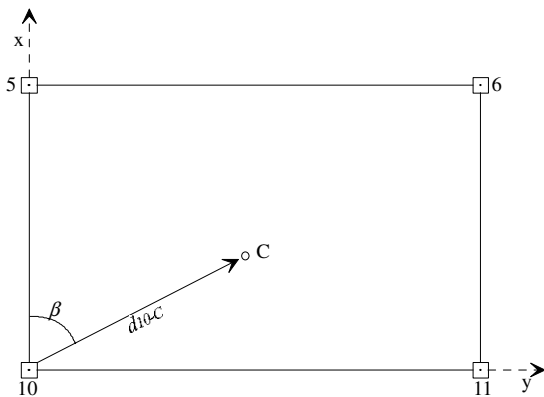


Figura 7.17 - Trasarea prin coordonate polare.

Punctul de trasat prin metoda coordonatelor polare,  $C$ , are coordonate date prin proiect, iar în teren exista punctele rețelei de constructie, 5, 6, 10, 11, ce alcatuiesc un ochi al rețelei de constructie. Din coordonate, se vor calcula distanta între punctul rețelei de constructie si punctul de trasat, precum si marimea unghiului polar,  $\beta$ . Astfel:

$$d_{C-10} = \sqrt{(x_C - x_{10})^2 + (y_C - y_{10})^2} \quad [8.26]$$

$$\beta = \theta_{10-C} - \theta_{10-5} \quad [8.27]$$

unde  $\theta_{10-C}$  se obtine cu relatia:

$$tg \theta_{10-C} = \frac{y_C - y_{10}}{x_C - x_{10}} \quad [8.28]$$

Pentru trasare (figura 8.17), se stationeaza cu teodolitul în 10, se vizeaza punctul 5 si se traseaza unghiul  $\beta$ ; pe aceasta directie se traseaza lungimea  $d_{C-10}$ , la capatul careia se va afla punctul  $C$ .

Precizia trasarii este legata atât de precizia trasarii unghiului cât si de precizia trasarii lungimii. Ca si metoda coordonatelor rectangulare, metoda coordonatelor polare se foloseste la trasarea punctelor constructiilor.

**15. Metoda intersectiei înainte.**

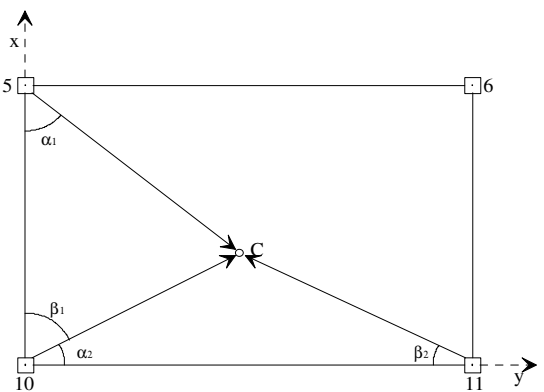


Figura 7.18 - Trasarea prin intersectie unghiulara înainte.

Punctul de trasat prin metoda intersectiei înainte,  $C$ , are coordonate date prin proiect, iar în teren exista punctele rețelei de constructie, 5, 6, 10, 11, ce alcatuiesc un ochi al rețelei de constructie. Din coordonate, cu relatii de forma [8.27] si [8.28], se vor calcula unghiurile  $\alpha$  si  $\beta$ .

Pentru trasare se va stationa cu un teodolit în punctul 5 si un al doilea teodolit în punctul 10 (figura 8.18). Se vor trasa directiile 5-C si 10-C prin trasarea unghiurilor  $\alpha_1$  si  $\beta_1$ . La intersectia celor doua aliniamente se va afla punctul  $C$ .

Verificarea trasarii se face prin alegerea unei alte combinatii de trasare, de exemplu din punctele 10 si 11. În acest caz se vor calcula unghiurile de intersectie corespunzatoare,  $\alpha_2$  si  $\beta_2$ .

Metoda se recomanda a fi folosita în special atunci când masurarea distantelor se face greu sau este chiar imposibila.

Metoda intersectiei se poate folosi si în situatia în care în locul unghiurilor se folosesc distante: astfel din punctul 5 se va trasa un arc de cerc de raza  $R_1 = d_{5-C}$  care se va intersecta cu un al doilea arc de cerc de raza  $R_2 = d_{10-C}$ . Punctul  $C$  se va afla la aceasta intersectie.

**16. Metoda intersectiei reperate.**

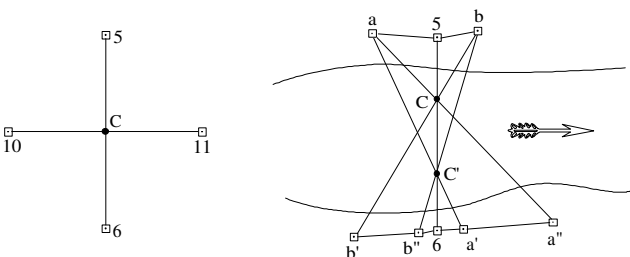


Figura 7.19 - Trasarea prin intersectie reperata.

În cazul aplicării metodei la trasarea infrastructurii podurilor (figura 8.19), axa podului este definita de aliniamentul 5-6. Pe unul din maluri se aleg punctele  $a$  si  $b$ , carora li se calculeaza coordonatele în sistemul local al podului. Coordonatele centrelor pilelor,  $C$  si  $C'$  sunt cunoscute din proiect, astfel ca din coordonate se pot calcula orientarile din punctele  $a$  si  $b$  catre punctele 5,  $C$  si  $C'$ . Din diferenta orientarilor se vor calcula unghiurile facute de aliniamentele existente în teren, determinate de punctele  $a$  si  $b$  catre punctul 5 si aliniamentele din punctele  $a$  si  $b$  catre

Metoda se foloseste fie în cazul trasarii punctelor constructiilor care presupun gropi de fundatie, fie în cazul podurilor, pentru trasarea punctelor centrale ale pilelor (picioarele pentru sprijin, altele decât cele de capat, numite culee). În primul caz, punctul de trasat,  $C$ , se afla la intersectia a doua aliniamente perpendiculare între ele. Aceste puncte au fost anterior trasate astfel ca prin întinderea unor sârme sau sfori între punctele 10-11 si 5-6, sa se poata reconstitui în orice moment pozitia punctului  $C$ .

C si C'. Pentru trasarea pe teren a punctului C se vor stationa concomitent punctele a si b cu câte un teodolit, se va viza, pentru orientare punctul 5, si se vor trasa unghiurile catre punctul C.

Metodele de trasare a punctelor constructiilor, prezentate mai sus sunt cele mai des folosite, dar nu si singurele. Astfel, trasarea punctelor se poate face si prin intersectie înapoi (folosita în special la trasarea barajelor de beton), metoda triunghiului ( pentru trasari precise de utilaje) sau metoda aliniamentelor.

### 17. Trasarea fundatiilor si a stâlpilor.

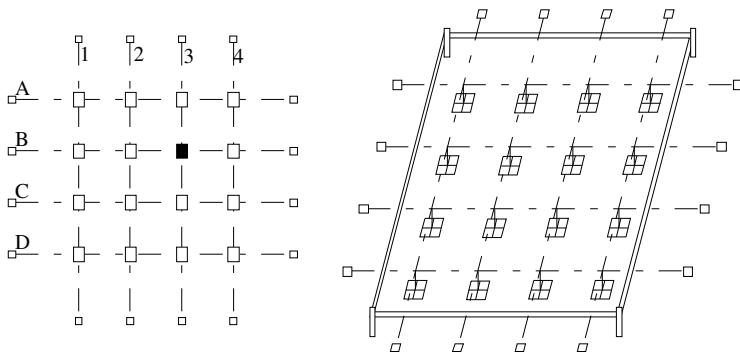


Figura 7.20 - Fundatii proiectate.

Pentru aplicarea pe teren a proiectelor de constructie, în faza preliminara constructiei propriu-zise, proiectantul va elabora proiectul de executie al acesteia cu toate detaliile necesare. Fiecare fundatie, asa cum se vede din figura 8.20, are o pozitie planimetrica bine definita. Aceasta se va materializa în teren prin doua aliniamente perpendiculare, de exemplu aliniamentele B si 3, la intersectia carora se afla una din viitoarele fundatii. Amplasarea în teren a acestor aliniamente este necesara deoarece datorita

sapaturilor, trasarea în teren a centrului gropii de fundatie si mentinerea lui în timp este un lucru imposibil de realizat;

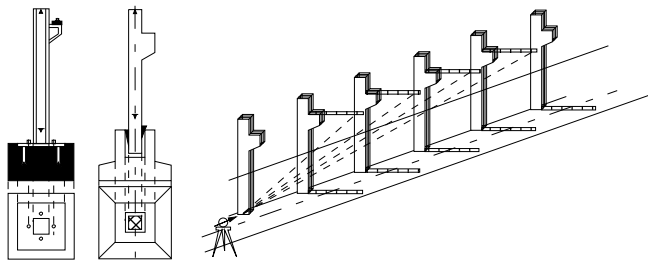


Figura 7.21 - Tipuri de stâlpi si trasarea lor pe teren.

centrul gropii va dispere cu ocazia sapaturilor. Pentru a se preîntâmpina acest neajuns, trasarea se face prin intersectie reperata, materializarea aliniamentelor făcându-se pe o împrejmuire construita în jurul gropii de fundatie. Functie de natura lor, fundatiile pot fi turnate sau prefabricate (de tip pahar). Indiferent de tipul fundatiei, din punct de vedere topografic, trasarea fundatiilor înseamna respectarea distantelor proiectate între axele fundatiilor precum si trasarea pe înaltime a acestora la cota proiectata. În fundatiile

astfel trasate urmeaza sa se monteze stâlpii de sustinere ai viitoarei constructii. Materialul din care sunt confectionati acestia poate fi metalul sau betonul armat si se pot realiza fie la fata locului fie pot fi prefabricati. Indiferent de material sau locul de realizare, stâlpii vor fi prevazuti cu rizuri verticale pentru pozitionarea lor pe aliniament, precum si cu un riz orizontal pentru pozitionare pe cota. În cazul stâlpilor prefabricati din beton, montati în fundatii de tip pahar, pentru corecta pozitionare a lor se vor folosi pene de lemn care vor fixa stâlpul pâna ce betonul de legatura a facut priza. Dupa montare dar înainte de fixarea cu beton în fundatie, pozitia stâlpilor va fi verificata cu un teodolit, prin vizare laterala.

### 18. Trasarea împrejuririlor.

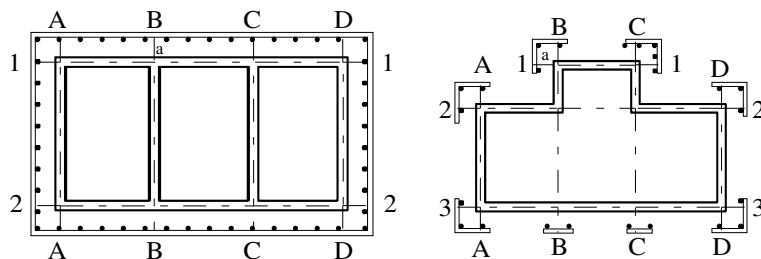


Figura 7.22 - Tipuri de împrejuriri.

Deoarece constructiile presupun realizarea unor fundatii, deci a unor sapaturi, materializarea colturilor constructiei în teren nu va avea o viata prea lunga. În vederea conservarii în timp a acestor puncte, chiar si dupa realizarea sapaturilor pentru fundatie, se impune gasirea unei modalitati de marcare a punctelor astfel ca ele sa poata fi utilizabile în orice moment, functie de cerintele de

santier. Acest lucru este posibil prin realizarea unor împrejuriri în jurul constructiei, împrejuriri ce pot fi continue sau discontinue (figura 8.22). Ele sunt constituite dintr-o succesiune de stâlpi de lemn, batuti în pamânt în lungul unui aliniament, toti având partea superioara la aceeasi înaltime, între care se fixeaza scânduri, tot ansamblul fiind amplasat la o distanta de constructie functie de adâncimea fundatiei, de circa 1,5h unde h reprezinta adâncimea fundatiei. Din cele aratate mai sus rezulta ca împrejmuirea are la nivelul partii superioare a scândurilor aceeasi cota. În cazul amplasarii lor pe terenuri în panta, realizarea împrejuririi continue nu mai este recomandata, astfel ca se va trece la realizarea împrejuririlor discontinuei.

Transmiterea punctelor constructiilor pe împrejmuire se realizeaza concomitent sau imediat dupa trasarea punctelor pe teren. Astfel, punctul a, la fel ce toate celelalte puncte ce delimiteaza constructia, se traseaza pe teren printr-o metoda oarecare. Cu teodolitul instalat în punctul a se vizeaza succesiv capetele aliniamentului 1-1, ocazie cu care se marcheaza cu cuie acest aliniament pe împrejmuire prin plonjarea lunetei cu firul reticular vertical la partea



superioara a împrejmuirii. Operatiunea se repeta si pe aliniamentul B-B, cu marcarea acestuia pe împrejmuire. Din acest moment punctul a se poate identifica în teren prin întinderea unor sârme pe aliniamentele 1-1 respectiv B-B.

La realizarea împrejmuirilor, indiferent ca sunt continue sau discontinue, trebuie tinut seama ca cele continue necesita un volum mare de masa lemnoasa care nu este totdeauna justificat.

### 19. Axele constructiilor.

Forma generala a unei constructii este fie dreptunghiulara fie patrata. Fiind figuri geometrice regulate, acestea accepta axe de simetrie, care se pot folosi în santier pentru trasarea punctelor constructiilor.

Daca o constructie este de forma dreptunghiulara, atunci se accepta o axa longitudinala ca fiind dispusa pe lungimea cea mai mare si o a doua axa, transversala pe prima. În cazul în care constructia are intrânduri sau proeminente ale fundatiilor, acestea nu se iau în considerare la stabilirea axelor; axele vor fi stabilite dupa tendinta generala a constructiei si nu dupa situatiile particulare si nesemnificative. Daca totusi necesitatile o cer, se pot adopta o serie de axe secundare ale constructiei, care se vor trasa la fel ca axele principale.

În cazul constructiilor de alte forme, cum ar fi cele de forma circulara sau de figura geometrica regulata, axele se vor stabili dupadoua diametre perpendiculare.

### 20. Calculul volumului de terasamente si trasarea platformelor.

Configuratia terenului pe care urmeaza sa se faca constructii este în general neregulat, situatie ce nu convine din punct de vedere constructiv. Aceste neregularitati ale terenului vor trebui îndepartate prin nivelare fie sub forma unei platforme orizontale (care nu este totdeauna indicata) fie sub forma unei platforme ce urmeaza sa aiba o anumita

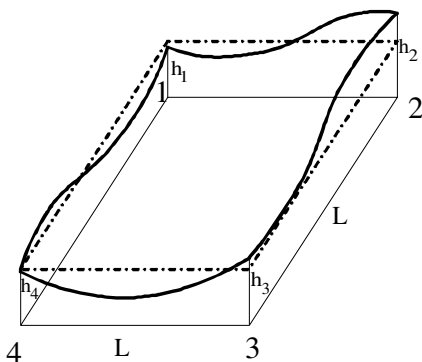


Figura 7.23 - Calculul terasamentelor în patrat.

panta. Pentru a putea rezolva problema se impune un calcul al volumului de pamânt ce se va disloca, volum care se traduce fie prin aplicarea unei cote impuse a platformei, fie prin egalarea volumelor de sapatura cu cele de umplutura.

În figura 8.23 este prezentata situatia unei sectiuni a terenului de forma patrata, având latura de lungime L. Se accepta, desi aparent nu pare riguros matematic, ca volumul prismei delimitata de punctele 1, 2, 3, 4 este dat de relatia:

$$V = \frac{S}{4}(H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \tag{8.29}$$

unde S reprezinta suprafata bazei prismei ( deci suprafata unui patrat de latura L), iar  $H_i$  reprezinta cotele colturilor patratului. Deoarece aceste calcule se fac în general printr-un nivelment al suprafetelor prin metoda patratelor, functie de accidentatia terenului si de precizia ceruta laturile patratelor având lungimi între 10 si 50 m, cresterea preciziei se face prin reducerea laturii patratului.

Pentru calculul terasamentelor într-o retea de forma celei din figura 8.24, vom scrie relatii de tipul [8.29]

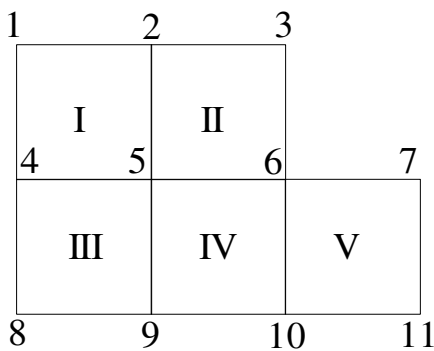


Figura 7.24 - Calculul terasamentelor într-o retea.

pentru fiecare din patratele componente, astfel:

$$\begin{aligned} V_I &= \frac{S}{4}(H_1 + H_2 + H_4 + H_5) \\ V_{II} &= \frac{S}{4}(H_2 + H_3 + H_5 + H_6) \\ V_{III} &= \frac{S}{4}(H_4 + H_5 + H_8 + H_9) \\ V_{IV} &= \frac{S}{4}(H_5 + H_6 + H_9 + H_{10}) \\ V_V &= \frac{S}{4}(H_6 + H_7 + H_{10} + H_{11}) \end{aligned} \tag{8.30}$$

Volumul total va fi suma volumelor parțiale:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \frac{S}{4}(H_1 + 2H_2 + H_3 + 2H_4 + 4H_5 + 3H_6 + H_8 + 2H_9 + 2H_{10} + H_{11}) \tag{8.31}$$

O prima constatare se refera la cotele punctelor rețelei care apar în relatia finala de un numar diferit de ori: colturile 1, 3, 7, 8 si 11 apar o singura data, punctele de contur 2, 9, 10 apar de doua ori, punctul de frângere 9 de trei ori, iar punctul interior 5 de patru ori. Se va putea deci scrie o relatie generala de forma:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \frac{S}{4} \left( \sum H_{colturi} + 2 \sum H_{margini} + 3 \sum H_{frangeri} + 4 \sum H_{interior} \right) \tag{8.32}$$

Cu volumul astfel determinat se poate calcula o cota medie a platformei cu relatia :

$$H_{mediu} = \frac{V}{n \cdot S} \quad [8.33]$$

unde n reprezinta numarul patratelor retelei iar S suprafata unui patrat. Cota astfel calculata reprezinta de fapt altitudinea la care se va trasa platforma în varianta în care volumul de sapatura este egal cu volumul de umplutura.

Trasarea cotei  $H_{mediu}$  se va face printr-una din metodele de trasare pe verticala a punctelor, în contextul în care cota de lucru,  $c_l$ , se calculeaza ca diferenta între cota medie si cota terenului cu semnul algebric care rezulta din relatia 8.34.

$$c_l = H_{proiectat} - H_{teren} \quad [8.34]$$

În cazul trasarii unei platforme înclinata, trebuie avut în vedere ca platforma este definita pe directia pantei de o infinitate de linii de panta constanta, iar pe directie perpendiculara de o infinitate de linii orizontale. Acest fapt se traduce prin trasarea printr-o metoda cunoscuta a unei linii de panta constanta.

Calculule prezentate mai sus se pot face si pe planuri cu curbe de nivel. În exemplul din figura 8.25 conturul ABCDE este suprafata care intereseaza, marcata pe un plan cu curbe de nivel. Pentru calculul cotei medii avem:

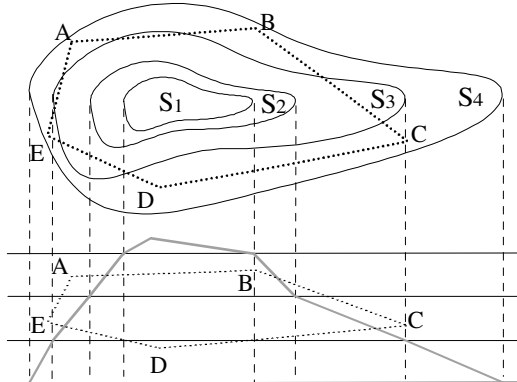


Figura 7.25 - Calculul terasamentelor pe planuri cu curbe de nivel.

- masurarea, printr-un procedeu oarecare, a suprafetelor  $S_i$ , delimitate de curbele de nivel în interiorul suprafatei ABCDE;
- calculul volumului dintre doua curbe de nivel succesive cu relatii de forma:

$$V_i = S_i \cdot H_i' \quad [8.35]$$

unde  $H_i'$  este media cotelor curbilor de nivel ce delimiteaza suprafata  $S_i$ .

- calculul volumului total cu relatia :

$$\sum V = S_1 H_1 + S_2 H_2 + K + S_n H_n \quad [8.36]$$

- calculul cotei medii cu relatia:

$$H_{mediu} = \frac{\sum V}{S} \quad [8.37]$$

- se calculeaza cota de lucru lucru cu relatia:

$$h_i = H_i - H_{mediu} \quad [8.38]$$

- calculul volumelor cu relatii de tip:

$$V_i' = S_i \cdot h_i \quad [8.39]$$

care prin însumare permit calculul volumului de sapatura egal cu cel de umplutura:

$$V_s = V_u = \frac{\sum V'}{2} \quad [8.40]$$

Trasarea platformei se rezolva identic ca în cazul prezentat anterior.

## 21. Lucrari topografice în timpul exploatarii constructiilor.

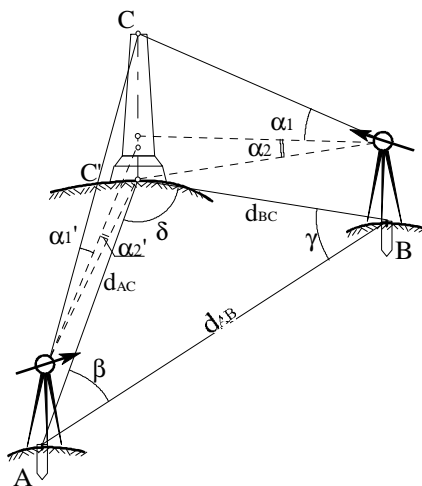


Figura 7.26 - Determinarea înaltimei constructiilor.

## 22. Determinarea înaltimei constructiilor înalte.

În cazul general vom considera ca distanta de la aparat la constructia a carei înaltime dorim sa o determinam nu se poate masura (figura 8.26). Se vor alege doua puncte, A si B, astfel ca distanta între ele sa se poata masura si ele sa formeze cu punctul C situat pe constructie doua directii aproximativ perpendiculare. Din punctele A si B se vor masura:

- distanta  $d_{AB}$  între punctele de statie;
- unghiurile orizontale catre constructie,  $\beta$  si  $\gamma$ ;
- unghiurile verticale  $\alpha_1$  si  $\alpha_2$  facute de directia de vizare din fiecare statie cu partea superioara respectiv partea inferioara a constructiei.

Cu aceste date masurate vom calcula:

$$1. \delta = 200^g - (\beta + \gamma) \quad [8.41] \text{ relatie ce}$$

rezulta din conditia îndeplinita de unghiurile dintr-un triunghi;

2. din teorema sinusului se pot calcula acum distantele  $d_{AC}$  si  $d_{BC}$ :

$$\frac{d_{AB}}{\sin \delta} = \frac{d_{AC}}{\sin \gamma} = \frac{d_{BC}}{\sin \beta} \quad [8.42]$$

3. calculul înaltimei pariale ale constructiei din statiile A si B cu relatiile:

$$h_1 = d_{BC} \cdot \text{tg } \alpha_1$$

$$h_2 = d_{BC} \cdot \text{tg } \alpha_2$$

relatii ce se aplica atât în statia A cât si în statia B

[8.43]

4. calculul înalțimii totale a construcției cu relația :

$$H_C = h_1^A + h_2^A \quad [8.44]$$

$$H_C = h_1^B + h_2^B$$

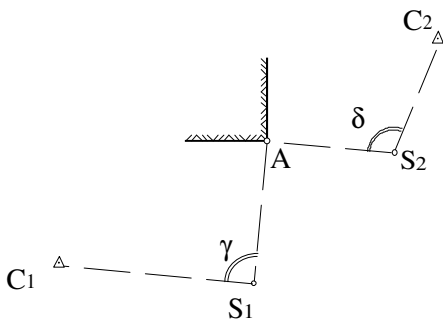


Figura 7.27 - Principiul determinării verticalității.

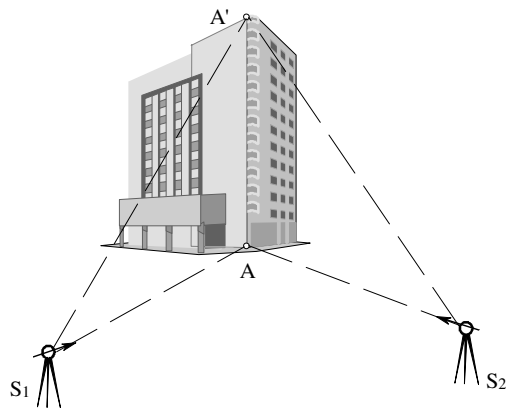


Figura 7.28 - Vizarea cu teodolitul din cele două stații.

unde  $\rho^{cc} = 636620^{cc}$ . Abaterile totale de la verticala se va calcula cu relația :

$$Q = \sqrt{\Delta q_1^2 + \Delta q_2^2} \quad [8.47]$$

Metoda descrisa mai sus este aplicabila numai la construcțiile prevazute cu muchii. Cum în practica se întâlnesc situații în care construcțiile pot avea și forma circulara (cosuri de fum, turnuri de racire, utilaje petrochimice, etc.), partea de calcule și semnificația notațiilor rămâne neschimbata, în schimb tehnica măsurătorilor se modifica. Pentru determinarea abaterilor unghiulare de la verticala se va proceda la vizarea tangentiala stânga și dreapta a conturului construcției, atât la baza cât și la vârf. Media citirilor de la baza va fi omoloaga direcției  $\gamma_{baza}$  din primul caz, după cum media citirilor de la vârf va fi omoloaga direcției  $\gamma_{vârf}$  din stația A (figura 8.29). Identic, se procedează și cu citirile din stația B. Din acest moment calculele se desfășoară conform relațiilor 8.45 și următoarele.

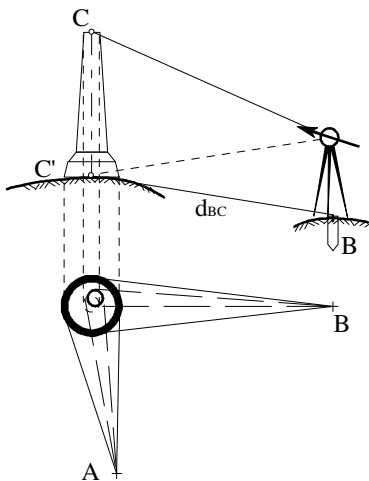


Figura 7.29 - Verticalitatea construcțiilor circulare.

- necesitatea existenței unor utilaje specializate cum ar fi firele pentru observații, dispozitive de suspendare, greutate pentru lestarea firului, personal mai numeros.

Singurul avantaj al acestei metode este că el da posibilitatea obținerii abaterii de la verticala chiar în momentul măsurării, fără alte prelucrări.

## .2. Determinarea țării construcțiilor în timpul exploatarei.

Orice construcție, pe măsura edificării ei, sau, în continuare, pe parcursul exploatarei, exercită asupra terenului de fundare o anumită presiune, care poate fi constantă sau variabilă (în cazul depozitelor de materiale). În cazul halelor industriale de mari dimensiuni, care presupun realizarea pe tronsoane a fundațiilor, este necesar ca pe parcursul

Valoarea cea mai probabilă va fi media celor două determinări. În situația în care distanța de la aparat la construcție este accesibilă în sensul că se poate măsura, problema se reduce la rezolvarea punctelor 3 și 4 de mai sus cu măsurarea elementelor corespunzătoare necesare.

### .1. Determinarea verticalității construcțiilor.

În general această problemă apare la construcțiile înalte, în timpul construcției și exploatarei lor. Măsurătorile efectuate în timpul exploatarei este indicat să se facă cel puțin anual sau ori de câte ori au loc mișcări tectonice. Principiul de determinare este prezentat în figura 8.27 și constă în amplasarea a două stații aproximativ perpendiculare,  $S_1$  și  $S_2$ , cu vizibilitate către puncte de triangulație  $C_1$  și  $C_2$ , stații din care se vizează baza și vârful construcției, ca în figura 8.28.

Distanța la care se amplasează stațiile de teodolit este de  $1...1,5H$  unde  $H$  este înălțimea construcției, cea mai simplă modalitate de stabilire a două direcții perpendiculare fiind direcțiile determinate de prelungirile a doi pereți. Din cele două stații se vor măsura unghiurile orizontale formate de direcțiile de referință cu direcția către baza, respectiv vârful construcției. Se vor măsura de asemenea și distanțele de la stații la baza construcției. Considerând că :

$$\Delta\gamma = \gamma_{baza} - \gamma_{vârf} \quad [8.45]$$

$$\Delta\delta = \delta_{baza} - \delta_{vârf}$$

reprezintă abaterile unghiulare de la verticalitate ale vârfului față de baza, putem calcula abaterile liniare corespunzătoare:

$$\Delta q_1 = d_{1A} \cdot \text{tg } \Delta\gamma = d_{1A} \cdot \Delta\gamma / \rho^{cc} \quad [8.46]$$

$$\Delta q_2 = d_{2A} \cdot \text{tg } \Delta\delta = d_{1A} \cdot \Delta\delta / \rho^{cc}$$

Pentru o corectă determinare a abaterilor de la verticalitate ale construcțiilor înalte, atunci când aceste măsurători se efectuează la anumite intervale de timp, este bine ca stațiile de observație să fie marcate cu borne, astfel ca ele să fie staționate la fiecare serie de măsurători, iar punctele de pe construcție să fie și ele materializate prin marci de vizare.

Verticalitatea construcțiilor se poate determina și prin procedeul plonjării unui fir cu plumb de la partea superioară a construcției. Metoda are o serie de inconveniente, cum ar fi:

- dependența de condițiile meteorologice - măsurătorile sunt mult îngreunate de vântul în rafale;

exploatarea sa se poata vedea daca toate tronsoanele constructiei se mai afla la cota proiectata sau în tolerantele permise. Cea mai comoda modalitate de determinare a acestor deplasari pe verticala este oferita de nivelmentul geometric. Într-o retea ca cea prezentata în figura 8.30, doua baterii de câte patru celule ale unui siloz de cereale sunt încadrate într-o retea de trei repere de nivelment, RN<sub>i</sub>.

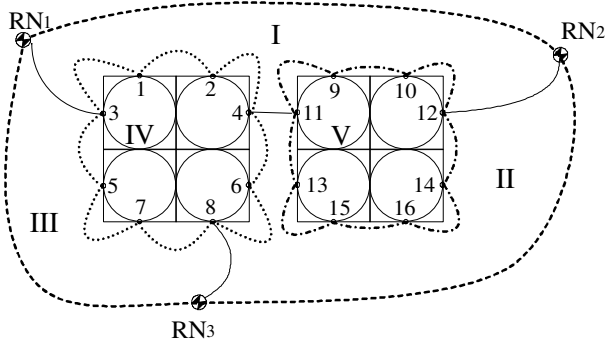


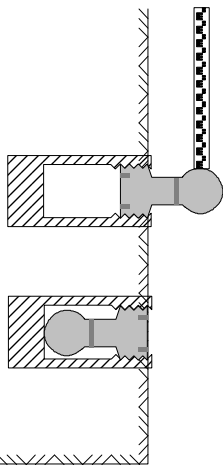
Figura 7.30 - Retea de urmărirea tasarilor.

cunoscute, stabile în timp. Reperele se vor încadra în drumuri efectuate între ele pe traseele RN<sub>1</sub> - RN<sub>2</sub> - RN<sub>3</sub> - RN<sub>1</sub>. Pe de alta parte marcile de pe conturul fiecărei baterii de celule se vor încadra în drumuri închise pe traseele 1-2-4-6-8-7-5-3-1 respectiv 9-10-12-14-16-15-13-11-9, cu legatura între ele prin punctele 4 și 11. În sfârșit, între unele marci de tasare și reperele de nivelment se vor efectua bretele de legatura, ca de exemplu RN<sub>1</sub>-3, RN<sub>2</sub>-12 și RN<sub>3</sub>-8. Cu o astfel de retea de urmărirea se vor putea realiza urmatoarele poligoane închise :

- poligonul I format pe traseul RN<sub>1</sub>-3-1-2-4-11-9-10-12-RN<sub>2</sub>-RN<sub>1</sub>;
- poligonul II format pe traseul RN<sub>2</sub>-12-14-16-15-13-11-4-6-8-RN<sub>3</sub>-RN<sub>2</sub>;
- poligonul III format pe traseul RN<sub>3</sub>-8-7-5-3-RN<sub>1</sub>-RN<sub>3</sub>;
- poligonul IV format pe traseul 3-1-2-4-6-8-7-5-3;
- poligonul V format pe traseul 12-14-16-15-13-11-9-10-12;
- poligonul VI format pe traseul RN<sub>1</sub>-RN<sub>2</sub>-RN<sub>3</sub>-RN<sub>1</sub>;

În urma prelucrării măsurătorilor vor rezulta cotele cele mai probabile ale punctelor rețelei, deci atât pentru repere cât și pentru marci. Fie aceste cote notate cu H<sub>i</sub><sup>0</sup>. Măsurătorile descrise mai sus este bine să se facă cel mai târziu la sfârșitul execuției silozului, rezultatele reprezentând cote de referință pentru măsurătorile viitoare.

Figura 7.31 - Marca de tasare.



Dupa terminarea execuției, silozul începe să fie umplut cu cereale, deci asupra fundațiilor sale se vor exercita forțe suplimentare. Dupa ce silozul a fost umplut în proporție de 50%, de exemplu, se efectuează o nouă serie de măsurători, după același model cu cele descrise mai sus. Se vor obține noi cote pentru marci de tasare, care sunt mai mici decât cele inițiale. Fie aceste cote notate cu H<sub>i</sub><sup>1</sup>.

Se continuă încărcarea silozului până la plin, se repetă măsurătorile, se prelucrează și se obțin cotele notate cu H<sub>i</sub><sup>2</sup>. Operațiunile se repetă la anumite intervale de timp și se obțin cotele notate cu H<sub>i</sub><sup>1</sup>.

Din setul de cote obținute se vor putea determina o serie de valori, cum ar fi:

1. tasarea relativă între două cicluri de măsurători ( de obicei interesează tasarea între ciclul actual și cel precedent):

$$T_{\text{relat.}} = H_i^k - H_i^{k-1} \quad [8.48]$$

2. tasarea absolută, care este diferența cotelor unei marci în ciclul actual față de ciclul inițial:

$$T_{\text{absolut.}} = H_i^k - H_i^0 \quad [8.49]$$

3. tasarea medie a construcției:

$$T_{\text{medie}} = \frac{T_1 S_1 + T_2 S_2 + K + T_n S_n}{S_1 + S_2 + K + S_n} \quad [8.50]$$

unde : T<sub>i</sub> - reprezintă tasarea totală a marcii i;

S<sub>i</sub> - reprezintă suprafața talpii fundației aferente elementului de rezistență pe care a fost amplasată marca i.

Tasarile absolute și tasările medii ale construcției se pot reprezenta grafic, pe diagrame ale tasarilor. Este de remarcat că evoluția tasarilor în timp nu este numai o linie frântă descendentă; în cazul silozului din exemplul de mai sus, dacă acesta era încărcat cu produs în ciclul precedent și în ciclul actual este numai parțial încărcat, atunci diagrama tasării marciilor va prezenta o tendință crescătoare.

Pentru proiectantul construcției, ca și pentru beneficiar, important este ca tasările marciilor să fie constante, pericolul aparând atunci când marciile de pe o parte a construcției prezintă valori mai mari decât marciile de pe restul conturului.

## .1. Lucrari la trasarea axelor cailor de comunicatii terestre.

Proiectarea si constructia unor cai de comunicatie - drumuri sau cai ferate - presupune parcurgerea unor etape obligatorii pentru fiecare obiectiv:

1. faza de proiectare care presupune
  - lucrari preliminare care constau din culegerea de informatii asupra materialelor existente cum ar fi harti si planuri cât mai recente la diverse scari (1:100000 ... 1-2000), informatii asupra geologiei regiunii, perspective si necesitati economice ce urmeaza sa se dezvolte. Pe materialul astfel cules se aleg variantele informative ale traseului viitorului obiectiv. Aceste variante trebuie sa tina seama ca traseul trebuie sa aiba o panta longitudinala care nu trebuie sa depaseasca o anumita valoarea impusa, iar racordarea aliniamentelor sa se faca cu raze mai mari decât o valoare minima stabilita de proiectant.
  - lucrari definitive care constau din trasarea axei drumului, masurarea unghiurilor de frângere ale aliniamentelor si calculul elementelor principale ale curbilor de racordare, calculul si trasarea în detaliu a curbilor de racordare, nivelmentul traseului pichetat si calculul elementelor de racordare în plan vertical
2. faza de executie care presupune:
  - trasarea pe teren a profilului longitudinal al drumului pe varianta definitiva;
  - trasarea profilelor transversale
  - orice alte trasari curente solicitate de activitatea de santier.

### .1. Alegerea traseului.

Stabilirea traseului se va face în faza preliminara pe harti sau planuri cu curbe de nivel, cea mai folosita fiind metoda axei zero. Traseul astfel ales nu va putea ramâne definitiv deoarece are prea multe schimbari de directie.

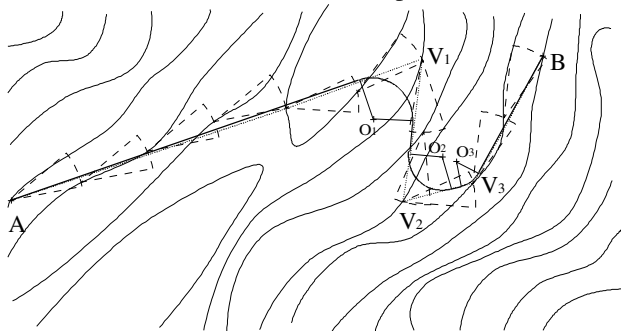


Figura 7.32 - Alegerea axului zero si înlocuirea lui cu aliniamente succesive.

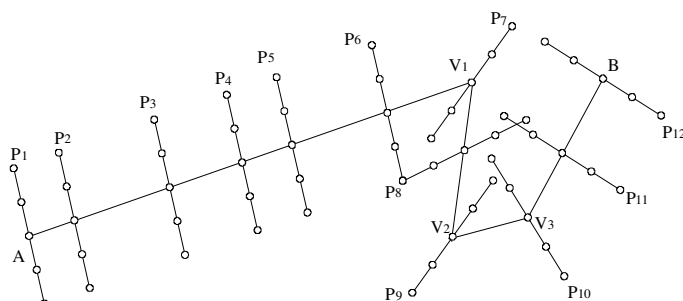


Figura 7.33 - Ridicarea topografica a traseului prin drumuire cu profile.

Simultan cu drumuirea se vor masura si o serie de profile transversale. Arcele de cerc ce descriu traseul se caracterizeaza printr-o serie de elemente care vor trebui calculate si trasate în teren.

### .2. Calculul si trasarea elementelor principale ale curbilor de racordare.

Doua aliniamente concurente în punctul V (figura 8.33) trebuiesc racordate cu un arc de cerc. Datele initiale cunoscute se refera la marimea razei de racordare, R si la masura unghiului între aliniamente,  $\beta$ . Elementele caracteristice curbei sunt:

- raza de racordare, cunoscuta din faza de proiectare;

În exemplul din figura 8.32, între punctele A si B se cere sa se proiecteze un traseu de drum care nu va avea panta mai mare de  $p\%$ , iar viteza de proiectare cu care vor circula vehiculele pe acest tronson va fi de  $v_{km/h}$ . Pentru rezolvare vom apela la cunostintele din capitolul referitor la probleme rezolvabile pe harti si planuri. De acolo stim sa trasam o linie de panta constanta între punctele A si B, panta ce are valoarea  $p\%$  ( de obicei mai mica de  $7\%$  si în mod exceptional, pentru portiuni scurte, de maxim  $10\%$ ). Din multitudinea de trasee obtinute am ales varianta figurata cu linii punctate. Se constata ca aceasta varianta prezinta multe inflexiuni, care fac circulatia imposibila. Din acest motiv vom stabili o succesiune de aliniamente, reprezentând tendinta generala a liniei de panta constanta. Vom stabili astfel aliniamentele A-V<sub>1</sub>, V<sub>1</sub>-V<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>-V<sub>3</sub>, V<sub>3</sub>-B ce se vor racorda între ele prin arce de cerc cu centrele în O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> si O<sub>3</sub>. Traseul care rezulta este deci o succesiune de aliniamente si arce de cerc. Acesta va fi masurat în teren (figura 8.33) de exemplu printr-o drumuire planimetrica executata între punctele A si B, care va trece prin

- unghiul de frângere,  $\varphi$ , cu valoarea:

$$\varphi = 200 - \beta \quad [8.51]$$

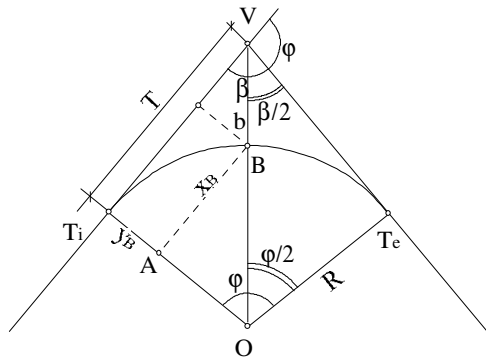


Figura 7.34 - Elementele curbelor circulare de racordare.

unde  $\beta$  este măsurat în teren.

- lungimea tangentelor, T, calculate cu relația:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \quad [8.52]$$

- lungimea bisectoarei, b, obținută cu relația:

$$b = VO - VB = R \left( \sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right) \quad [8.53]$$

- lungimea curbei :

$$l_c = \frac{\pi R \varphi}{200^g} \quad [8.54]$$

- depășirea tangentelor :

$$D_T = 2T - l_c \quad [8.55]$$

- coordonatele pe tangente ale punctului bisector B :

abscisa  $x_B = R \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$  [8.56]

ordonata  $y_B = OT_i - OA = R \left( 1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right)$  [8.57]

Pentru trasare se va amplasa un teodolit în vârful V cu care se va măsura unghiul  $\beta$ . Valoarea unghiului și raza de racordare permit calculul elementelor principale. Pentru trasarea lor, din punctul V, la lungimea calculată a tangentelor, T, se obțin punctele de intrare, respectiv ieșire din curba,  $T_i$  și  $T_e$ . Pentru trasarea bisectoarei, se trasează fața de unul din aliniamente, jumătatea unghiului  $\beta$ . Pe acest aliniament, la distanța calculată b se obține punctul B. Situația prezentată este valabilă când vârful V este accesibil.

### 3. Metode de trasare în detaliu a curbelor circulare.

Atunci când racordarea aliniamentelor se face cu arce de cerc cu raza mare de curbura, trasarea în teren numai a punctele de intrare și ieșire, respectiv a bisectoarei nu sunt suficiente pentru realizarea curbei. În această situație, condițiile de șantier reclame existența mai multor puncte amplasate pe curba. Acest lucru se poate face prin diverse metode de trasare în detaliu cum sunt : coordonate rectangulare pe tangenta, coordonate polare, coordonate pe coarda, tangente succesive, corzi prelungite, toate fiind metode riguroase, sau prin metode aproximative dar foarte rapide cum este metoda sfertului. Dintre metodele enumerate mai sus vom prezenta numai acelea care sunt cel mai des folosite.

### 4. Metoda absciselor egale.

Această metodă face parte, alături de metoda arcelor egale, din categoria metodelor de trasare în detaliu cu ajutorul coordonatelor rectangulare pe tangenta. Această denumire este urmarea faptului că se folosește drept axa a absciselor chiar tangenta. Elementele ce se calculează pentru a trasa în detaliu o curbă se referă la coordonatele rectangulare ale punctelor 1, 2, ..., n și rezultă din figura 8.35.

Abscisele punctelor se aleg de 2, 5, 10 sau 20 metri, iar acestora le vor corespunde ordonatele. Din figura calculăm coordonatele punctului 1 :

$$x_1 = x \quad [8.58]$$

$$y_1 = OT_i - O1' = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

Analog, calculăm coordonatele punctului 2:

$$x_2 = 2x$$

$$y_2 = OT_i - O2' = R - \sqrt{R^2 - (2x)^2} \quad [8.59]$$

iar relațiile pentru calculul coordonatelor punctului "i" de pe curbă sunt de forma:

$$x_i = i \cdot x$$

$$y_i = OT_i - Oi' = R - \sqrt{R^2 - (ix)^2} \quad [8.60]$$

Trebuie observat că se vor calcula și trasa atâtea puncte de detaliu până când se ajunge la punctul bisector pornind de la  $T_i$ , ramura curbei de la B la  $T_e$  fiind simetrică, se vor trasa aceleași puncte pornind de această dată din  $T_e$  spre B.

Trasarea se execută prin pichetarea pe aliniamentul  $T_i - V$  a absciselor egale; din punctele astfel marcate se trasează unghiuri drepte pe care se aplică ordonatele.

**.5. Metoda arcelor egale.**

Din geometria plana se stie ca la arce egale corespund unghiuri la centru egale. Acest fapt se poate folosi în cazul trasarii în detaliu a curbelor de racordare. Astfel, la arce egale de 5, 10, 20m, corespund unghiuri la centru  $\lambda$ , egale.

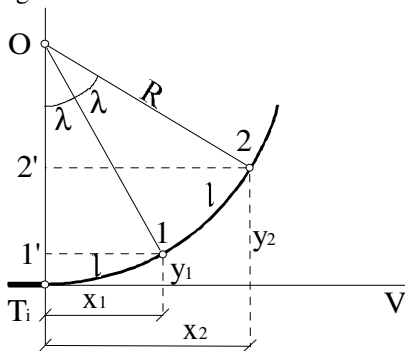


Figura 7.36 - Metoda arcelor egale.

Considerând exemplul din figura 8.36, coordonatele punctelor 1, 2, ..., i se vor calcula pornind de la o valoare aleasa a arcului l care subîntinde unghiul  $\lambda$  ce se poate calcula cu relatia:

$$\lambda = \frac{l}{R} \rho^{cc} \quad [8.61]$$

unde  $\rho^{cc} = 636620^{cc}$ , reprezentând marimea în secunde centesimale de arc a unui radian. Cu valoarea obtinuta se calculeaza coordonatele punctului 1:

$$\begin{aligned} x_1 &= R \cdot \sin \lambda \\ y_1 &= OT_i - O1' = R(1 - \cos \lambda) \end{aligned} \quad [8.62]$$

Coordonatele punctului 2 se calculeaza asemanator, obtinând :

$$\begin{aligned} x_2 &= R \cdot \sin(2\lambda) \\ y_2 &= OT_i - O2' = R[1 - \cos(2\lambda)] \end{aligned}$$

$$[8.63]$$

si analog pentru punctul "i"

$$\begin{aligned} x_i &= R \cdot \sin(i\lambda) \\ y_i &= OT_i - Oi' = R[1 - \cos(i\lambda)] \end{aligned} \quad [8.64]$$

Trasarea punctelor de detaliu se face si în acest caz similar cu metoda prezentata anterior, iar punctele fiind simetric dispuse fata de punctul bisector, se vor calcula puncte numai pentru una din ramuri, acestea fiind folosite si la trasarea în detaliu a celeilalte ramuri a arcului de cer.

**.6. Metoda coordonatelor polare.**

În situatia în care nu exista accesibilitate în lungul tangentelor, datorita fie vegetatiei fie altor obstacole, se recomanda folosirea metodei coordonatelor polare. În acest caz este necesar sa existe acces în lungul corzii  $T_iB$  respectiv  $T_cB$  (figura 8.37).

Impunând o lungime a corzii s de 5,10, 20 metri, se calculeaza unghiul la centru corespunzator cu relatia :

$$\frac{s}{2} = R \cdot \sin \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \sin \frac{\lambda}{2} = \frac{s}{2R} \quad [8.65]$$

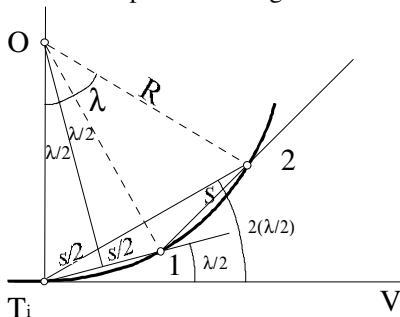


Figura 7.37 - Metoda coordonatelor polare.

Din relatia [8.65] se obtine valoarea unghiului  $\lambda/2$ . Pentru trasare se va instala un teodolit în punctul  $T_i$  care va trasa fata de directia catre V unghiul  $\lambda/2$ ; pe aceasta directie, la lungimea s se va materializa punctul 1. În continuare, teodolitul va trasa fata de acelasi aliniament  $T_iV$  unghiul  $2(\lambda/2)$ . Din punctul 1, deja materializat se va trasa lungimea s pâna la intersectia cu directia trasata cu teodolitul; se obtine astfel punctul 2.

La fel ca la celelalte metode de trasare în detaliu, cealalta ramura a curbei fiind simetrica, elementele calculate vor fi aceleasi, iar trasarea se va face pornind din punctul  $T_cB$ .

Fiecare din metodele de trasare descrise mai sus au aplicabilitate functie de conditiile de relief de la locul trasarii si de configuratia curbei de trasat.