

5. PLANIMETRIE.

5.1 *Retele de sprijin planimerice.*

Problema principala a topografie este determinarea coordonatelor tridimensionale (x, y, H) pentru punctele de detaliu existente în teren, astfel ca aceste puncte sa poata fi reprezentate apoi pe harti si planuri. Cerinta majora pentru aceasta operatiune este ca reprezentarea sa fie asemenea cu cea din teren, fapt ce necesita calitati cum ar fi continuitatea, omogenitatea si unitatea. Aceste calitati nu se pot realiza decât prin realizarea unei retele de puncte de coordonate cunoscute, ce constituie reseaua de sprijin fata de care se leaga, din punct de vedere geometric detaliile.

5.1.1 Reteaua geodezica.

Planurile si hartile topografice reprezinta, la scara, o figura asemenea cu proiectia orizontala a figurilor din teren, reprezentare ce trebuie sa fie unitara, continua si omogena ca precizie. Pentru îndeplinirea acestor conditii, este necesar ca pe suprafata de ridicat să existe un numar de puncte de coordonate cunoscute, numita osatura, de la care să plece toate determinarile, constituind o retea locala. Daca se extinde teritoriul de ridicat în plan la suprafata unei tari, este necesara îndeplinirea aceleiași conditii privind existenta unei osaturi omogene, care de data acesta se va constitui într-o retea geodezica de stat.

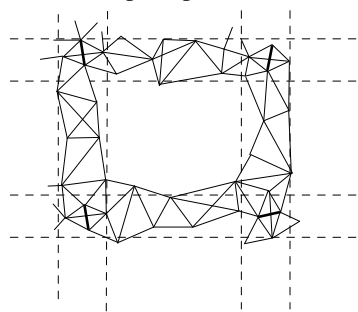


Figura 5.1 - Lanturi de triangulatie.

Reteaua de triangulatie de stat se compune din lanturi de triunghiuri, organizate, functie de distantele dintre ele, pe ordine de marime si precizie de determinare. Se considera ca triangulatia de ordine I-IV constituie reseaua de triangulatie de stat, numita triangulatie superioara, iar reseaua de ordinul V reprezinta triangulatia de ordin inferior.

Reteaua de triangulatie de ordinul I se desfasoara aproximativ pe directia meridianelor și paralelelor, alcatuind lanturi de triangulatie (figura 6.1). La intersectia lantului desfasurat pe meridian cu cel de pe paralel, se fixeaza pozitia unor laturi care se masoara, numite baze de triangulatie. În aceleși zone se fac și determinari de coordonate geografice - latitudine și longitudine - pentru unele puncte, care se vor numi puncte "Laplace". Lungimea laturilor în triangulatia de acest ordin este de 20-60 km.

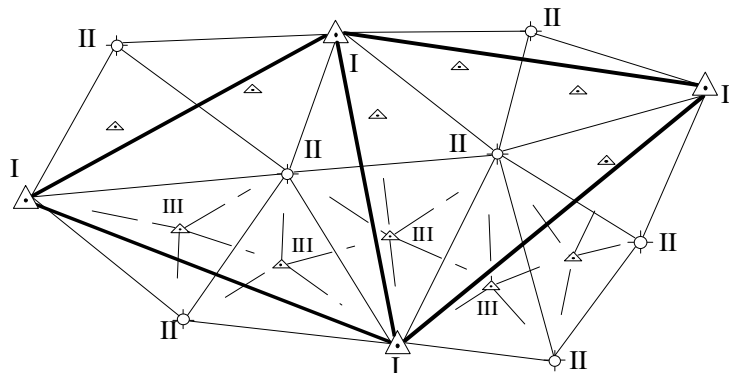


Figura 5.2 - Dezvoltarea retelei de triangulatie.

Din punctele de triangulatie de ordinul I se determina puncte de triangulatie de ordinul II, în conditii de precizie cu o clasă inferioara, având laturile de 15-20 km; în continuare se obtine triangulatia de ordinul III, cu laturile de 10-15 km, respectiv ordinul IV cu lungimile laturilor de ordinul a 5-10 km.

Punctele triangulatiei de ordinul V îndesesc ordinul IV, având laturile de 1-5 km, astfel încât să asigure o densitate de un punct la 50 ha.

Pentru lucrari cu caracter special (baraje, metroui, obiective industriale mari) apar retele de triangulatie cu forme speciale, care se lucreaza separat de triangulatia de stat, dar

care pot avea puncte de racordare cu acesta. Precizia unor astfel de retele locale este mult mai buna decât precizia retelei geodezice de stat.

Chiar daca distanta dintre punctele de triangulatie de ordinul V este de 1...1,5 km, aceasta nu poate asigura în toate cazurile distante convenabile pâna la punctele de detaliu. Se impune în astfel de situatii, ca între punctele de triangulatie sa se realizeze retele poligonometrice, ale caror puncte trec prin apropierea detaliilor. O astfel de metoda este denumita drumuire.

5.1.2 Marcarea punctelor topografice.

Este operatiunea prin care se urmareste materializarea în teren a unor puncte, carora initial să li se determine coordonate și ulterior să serveasca drept puncte de coordonate cunoscute pentru efectuarea unor lucrari topografice.

Dupa durata în timp care se prezumeaza ca este necesara să o acopere se disting:

- marcarea provizorie, care se efectueaza cu taruși de lemn, cu sectiune rotunda sau patrata de 5 cm, confectionati din lemn de preferinta de esenta tare. La partea superioara a tarusilor se materializeaza, printr-o cruce sau prin cherneruire, punctul topografic. Acest tip de marcarea se foloseste la drumuirile planimetrice în extravilan (figura 6.3).
- marcarea definitiva, care urmeaza să permita utilizarea punctului pe o durata de timp mare și care se realizeaza cu taruși metalici sau borne de beton armat, functie de natura solului în care se instaleaza.

În cazul bornarii punctelor în terenuri obisnuite, în extravilan, se recomanda ca sub borna de beton sa se instaleze o placa martor cu rolul de a face posibila rebornarea în cazul distrugerii punctului. Borna, odata montata, se acopera cu pamânt, lasând libera doar partea superioara circa 5-10 cm. Daca bornarea se face în terenuri cu mult pietris, se recomanda montarea a doi martori, iar la suprafata borna se fixeaza într-o zidarie de piatra. În acest ultim caz, zidaria va cuprinde si un mic sant de garda pentru scurgerea apelor pluviale. În schimb, în terenuri stâncoase nu se mai foloseste martorul, iar borna se fixeaza cu ajutorul mortarului de ciment.

În cazul marcarii punctelor în intravilan, bornele vor fi prevazute cu un capac metalic protector. Se mai pot folosi la marcarea punctelor în localitati fie tarusi metalici, fie chiar tevi încastrate în beton, protejate cu o cutie metalica.

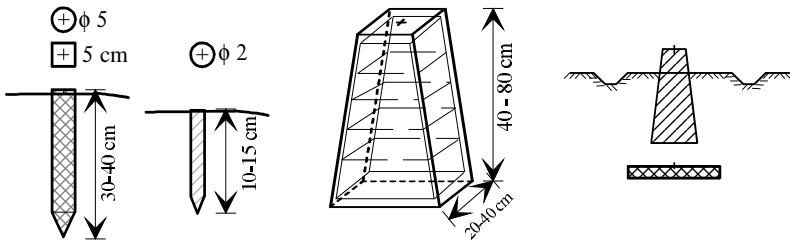


Figura 5.3 - Marcarea punctelor

Pentru a asigura pozitionarea pe aceeasi verticala atât a martorului cât si a bornei, dupa saparea gropii în care se vor monta cele doua piese, cu ajutorul a patru tarusi se construiesc diagonalele gropii; se întind doua sfori între tarusii de pe diagonala, iar cu un fir cu plumb se centreaza atât centrul martorului cât si centrul bornei la intersectia celor doua diagonale ale gropii. Între martor si borna se aseaza

un strat semnalizator din sticla sparta sau caramida pisata si apoi pamânt.

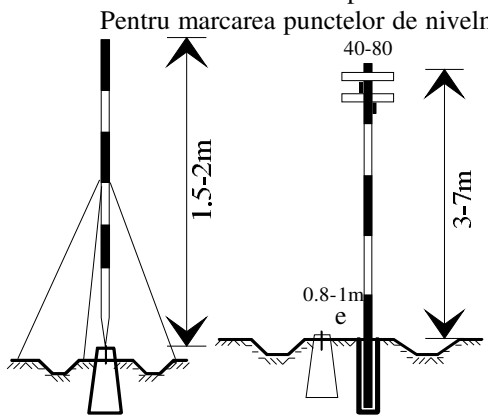


Figura 5.4 - Semnalizarea punctelor.

Pentru marcarea punctelor de nivelment se folosesc marci metalice încastrate în constructii solide, care în timp să nu se deplaseze în înaltime.

5.1.3 Semnalizarea punctelor topografice.

Semnalizarea punctelor topografice este operatiunea prin care se urmareste punerea în evidenta a unui punct topografic astfel ca acesta să fie vizibil de la distanta mare. La fel ca și marcarea, semnalizarea poate fi :

- provizorie, pentru care se utilizeaza jaloanele (figura 6.4). Acestea sunt construite din lemn sau aluminiu, cu vârful ascutit, colorate alternativ în culori contrastante cu mediul înconjurator (rosu-alb). În sectiune, jalonul poate fi de forma octogonala, hexagonala sau triunghiulara. Jalonul se aseaza în pozitie verticala fie "din ochi" fie cu ajutorul unui fir cu plumb si se mentine în această pozitie cu portjalonul.
- definitiva sau permanenta, care urmareste vizualizarea la distanta a punctului pentru o perioada mai lunga de timp. Se poate face prin:

1. *balize la sol*, centrice sau excentrice (figura 6.4) - sunt construite din lemn de esenta moale, de preferinta brad. Piesele componente sunt fie manele cu diametru de 10-15 cm fie rigle cu sectiuni de pâna la 10x10cm. Pentru a fi vizibil de la distanta, la partea superioara se monteaza perpendicular una pe alta, patru scânduri vopsite în negru si alb. Montajul pe verticala se realizeaza cu o cutie de circa 0,80m adâncime, ce se îngroapa lângă borna. Pentru a fi vertical, la montarea semnalului se foloseste un fir cu plumb pe doua directii perpendiculare între ele. Un astfel de semnal poate avea înaltime de pâna la 6 metri. Distanța la care se amplaseaza baliza se numeste excentricitate si marimea ei se masoara.
2. *balize în pom*, deasemeni centrice sau excentrice (figura 6.5). Pentru a spori înaltimea semnalului, în locul popului folosit la baliza la sol, se foloseste înaltimea unui arbore situat în apropierea bornei. Din acest motiv, este posibil ca baliza în pom sa fie centrica sau excentrica. Datorita pozitiei sale, balizele în arbori au inconvenientul instabilitatii: fixarea se face pe ramurile arborelui, iar adierile de vânt pot constitui prilej de instabilitate a semnalului. Avantajul consta în aceea ca permite economisirea materialului lemnos ce ar fi necesar pentru constructii de semnale.
3. *piramide la sol sau piramide cu poduri*. Acest tip de semnal (figura 6.6) se foloseste cu precadere pentru semnalizarea punctelor din rețeaua geodezica de stat, iar în cazul în care vizele între puncte strabat trasee ce întâlnesc obstacole, se impun realizarea unor constructii mai înalte, cu poduri. Piramidele sunt semnalizari centrice, care pot fi, în sectiune triunghiulara (pentru cele la sol) sau patrute (pentru toate tipurile). Picioarele se unesc la

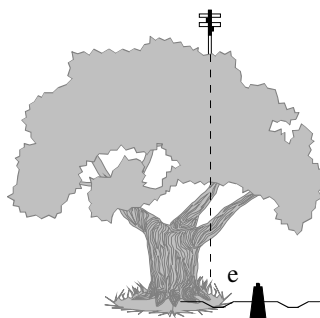


Figura 5.5 - Semnalizare cu baliza în pom.

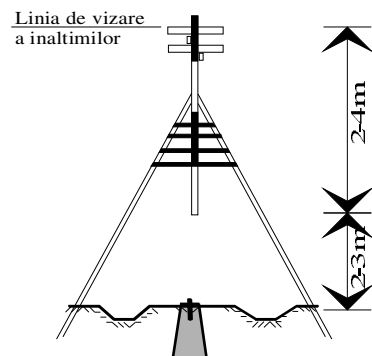


Figura 5.6 - Piramida la sol.

partea superioara a piramidei si se consolideaza cu un pop pe care se afla fluturile piramidei. Montarea piramidei trebuie sa se faca astfel ca picioarele ei sa nu se suprapuna peste vizele ce se vor observa din punctul respectiv.

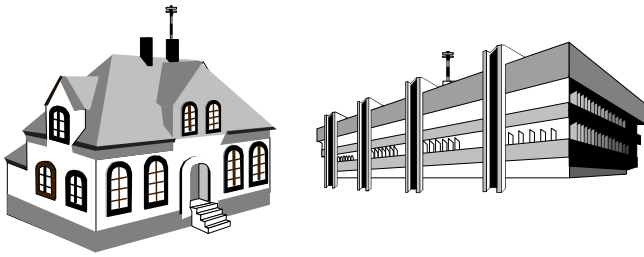


Figura 5.7 - Semnalizare cu pilastru pe case sau terase.

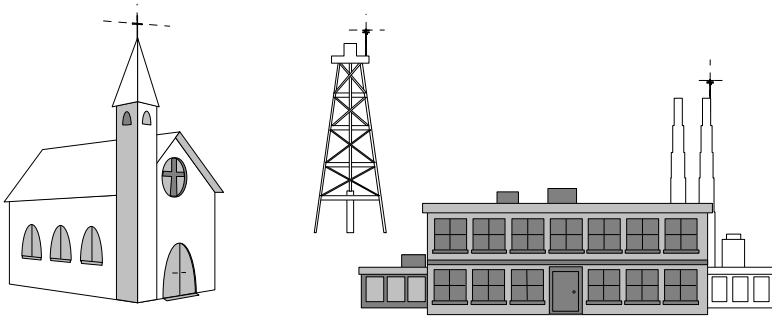


Figura 5.8 - Vizarea semnalelor topografice.

4. *pilastru pe cladiri, în localitati.* Datorita spatiului redus, acoperirii mari a terenului si înaltimii constructiilor, aglomerarile urbane presupun gasirea de solutii specifice pentru materializarea si semnalizarea punctelor topografice. În cele mai multe cazuri, problema se rezolva prin amplasarea punctelor pe acoperisul sau pe terasa cladirilor mai înalte din zona. Pentru o astfel de materializare, pilastrii ce vor servi atât la semnalizare cât si la materializare, se pot construi din beton, caramida sau lemn, obtiunea finala fiind determinata de conditiile specifice fiecărei situatii în parte. Caracteristic tuturor situatiilor este faptul ca pilastrii amplasati pe acoperis sau terasa trebuie sa asigure un acces facil, o vizibilitate buna catre alte puncte si nu în ultimul rând o securitate totala pentru operator si instrument. Ultima conditie presupune realizarea de poduri de lucru si balustrade de protectie, suficient de solide pentru a elimina orice risc privind integritatea corporala a operatorului si cea tehnica a instrumentelor de masurat.

Indiferent de situatie si tipul de semnal, acesta trebuie sa satisfaca o serie de conditii minime : sa contrasteze cu mediul înconjurator, si sa fie stabil în conditii de vânt de intensitate medie.

5.2 Determinarea coordonatelor rețelei de sprijin.

5.2.1 Principiul intersectiei.

Metoda intersectiei are ca scop determinarea coordonatelor unor puncte, altele decât cele din rețeaua de triangulatie, în scopul apropiierii de punctele de detaliu care servesc la întocmirea hartilor sau planurilor; ea consta în utilizarea coordonatelor și determinarilor unghiulare efectuate cu ajutorul punctelor de coordonate cunoscute aflate în zona, (numite "puncte vechi") în vederea determinarii pozitiei planimetrice a altor puncte din zona (numite "puncte noi"). Prin utilizarea acestei metode, distanta între puncte se micșoreaza la circa 0,5 - 1,5 km. Deoarece aceasta apropiere nu este suficienta, din punctele determinate prin intersectii, rețeaua se îndeseste în continuare prin drumuri.

5.2.2 Principiul intersectiei înainte.

Considerând existente minim doua puncte de coordonate cunoscute, deci puncte vechi, între care exista vizibilitate în teren și un punct materializat și semnalizat în teren, ale carui coordonate dorim să le determinam. Pentru rezolvarea problemei (figura 6.9) se stationeaza punctele vechi și în urma determinarilor unghiulare efectuate în teren, se calculeaza unghiurile în plan orizontal dintre directiile determinate de punctele vechi și directiile determinate de un punct vechi și punctul nou ce se doreste a fi determinat. Coordonatele punctelor fiind X_A, Y_A, X_B, Y_B pentru punctele vechi, respectiv X_P, Y_P pentru punctul nou, se poate scrie ca:

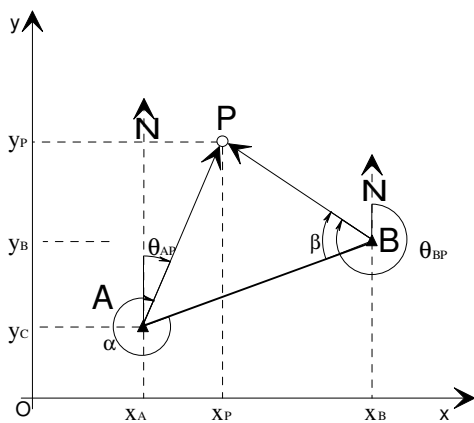


Figura 5.9 - Intersectia inainte.

respectiv functia tangenta aplicata celor doua orientari din punctele vechi catre punctul nou :

$$\operatorname{tg} \theta_{AB} = \frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}} = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \quad [6.1]$$

respectiv functia tangenta aplicata celor doua orientari din punctele vechi catre punctul nou :

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \theta_{AP} = \frac{\Delta x_{AP}}{\Delta y_{AP}} = \frac{x_P - x_A}{y_P - y_A} \\ \operatorname{tg} \theta_{BP} = \frac{\Delta x_{BP}}{\Delta y_{BP}} = \frac{x_P - x_B}{y_P - y_B} \end{cases} \quad [6.2]$$

Se constata ca din acest sistem de doua ecuatii cu necunoscutele $X_P, Y_P, \operatorname{tg} \theta_{AP}, \operatorname{tg} \theta_{BP}$ numai aparent nu poate fi

rezolvat. Ținând cont de relația [6.1], putem scrie ca:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta_{AP} &= \operatorname{tg} \theta_{AB} + \alpha - 400^g \\ \operatorname{tg} \theta_{BP} &= \operatorname{tg} \theta_{BA} + \beta \end{aligned} \quad [6.3]$$

în care $\theta_{BA} = \theta_{AB} + 200^g$. Cu valorile astfel cunoscute ale orientarilor, sistemul [6.2] devine:

$$x_P - x_A = (y_P - y_A) \cdot \operatorname{tg} \theta_{AP} \quad \Leftrightarrow \quad x_P = x_A + (y_P - y_A) \cdot \operatorname{tg} \theta_{AP} \quad [6.4]$$

$$x_P - x_B = (y_P - y_B) \cdot \operatorname{tg} \theta_{BP} \quad \Leftrightarrow \quad x_P = x_B + (y_P - y_B) \cdot \operatorname{tg} \theta_{BP} \quad [6.5]$$

Egalând relațiile [6.4] și [6.5] funcție de y_P , rezulta:

$$y_P = \frac{x_B - x_A + y_A \cdot \operatorname{tg} \theta_{AP} - y_B \cdot \operatorname{tg} \theta_{BP}}{\operatorname{tg} \theta_{AP} - \operatorname{tg} \theta_{BP}} \quad [6.6]$$

valoarea lui x_P urmând a se calcula cu relațiile [6.4] și [6.5]. Cele două valori pentru x_P trebuie să fie riguros egale, acest fapt constituind un element de control al corectitudinii calculelor.

Deoarece funcția tangenta are o reprezentare asimptotică, se poate întâmpla ca în anumite situații (orientări apropiate de 0^g și 200^g), valoarea funcției să tindă la infinit; în această situație, pentru calcule, se va utiliza formula cotangentei, relațiile folosind fiind:

$$y_P - y_A = (x_P - x_A) \cdot \operatorname{ctg} \theta_{AP} \quad \Leftrightarrow \quad y_P = y_A + (x_P - x_A) \cdot \operatorname{ctg} \theta_{AP} \quad [6.7]$$

$$y_P - y_B = (x_P - x_B) \cdot \operatorname{ctg} \theta_{BP} \quad \Leftrightarrow \quad y_P = y_B + (x_P - x_B) \cdot \operatorname{ctg} \theta_{BP} \quad [6.8]$$

respectiv :

$$x_P = \frac{y_B - y_A - x_B \cdot \operatorname{ctg} \theta_{BP} + x_A \cdot \operatorname{ctg} \theta_{AP}}{\operatorname{ctg} \theta_{AP} - \operatorname{ctg} \theta_{BP}} \quad [6.9]$$

Dacă pentru rezolvarea matematică a problemei sunt suficiente două puncte de coordonate cunoscute, din punct de vedere topografic se impune existența unui al treilea punct de coordonate cunoscute astfel ca punctul nou P să fie determinat din cel puțin două combinații de puncte vechi. Acest lucru se impune pentru a exista posibilitatea verificării corectitudinii determinării punctului P. Deoarece fiecare combinație folosită produce un set de coordonate x_P, y_P , coordonatele finale ale punctului P vor fi reprezentate de media aritmetică a valorilor rezultate din combinațiile utilizate. Pentru a putea fi utilizate la determinarea coordonatelor unor puncte noi prin intersecție unghiulară înainte, punctele vechi trebuie să permită staționarea lor cu teodolitul.

5.2.3 Principiul intersecției înapoi.

Spre deosebire de intersecția înainte, la care se staționează punctele vechi, vizând puncte noi, această metodă se deosebește prin aceea că se staționează puncte noi din care se vizează puncte vechi. Matematic, problema este rezolvabilă prin vizarea a trei puncte vechi dintr-un punct nou (figura 6.10). Din punct de vedere topografic însă, problema se rezolvă prin vizarea a minimum patru puncte vechi dintr-un punct nou.

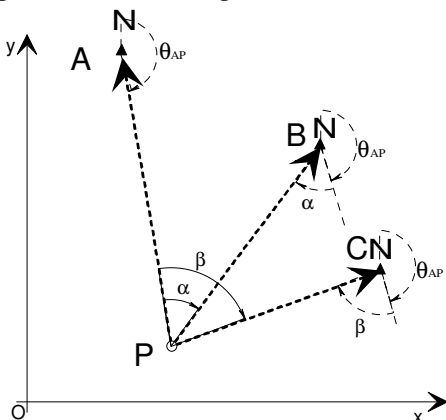


Figura 5.10 - Intersecția înapoi.

Stationând punctul P cu teodolitul, se vizează punctele vechi $A(x_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$ și $C(x_C, y_C)$. Se pot scrie ecuațiile asemănătoare cu cele de la intersecția înainte, în care necunoscutele vor fi coordonatele punctului nou $P(x_P, y_P)$ și orientările din punctul nou spre punctele vechi. Se constituie astfel un sistem de trei ecuații cu cinci necunoscute.

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \theta_{AP} = \frac{\Delta x_{AP}}{\Delta y_{AP}} = \frac{x_P - x_A}{y_P - y_A} \\ \operatorname{tg} \theta_{BP} = \frac{\Delta x_{BP}}{\Delta y_{BP}} = \frac{x_P - x_B}{y_P - y_B} \\ \operatorname{tg} \theta_{CP} = \frac{\Delta x_{CP}}{\Delta y_{CP}} = \frac{x_P - x_C}{y_P - y_C} \end{cases} \quad [6.10]$$

Nedeterminarea care apare se elimină dacă se notează unghiurile făcute de direcția către unul din puncte, succesiv, cu direcțiile către celelalte puncte. Direcțiile PA și PB formează între ele unghiul α , iar direcțiile PA și PC formează unghiul β . Ducând paralele la AP prin B și C, putem scrie ca :

$$\theta_{BP} = \theta_{AP} + \alpha \quad [6.11]$$

$$\theta_{CP} = \theta_{AP} + \beta \quad [6.12]$$

După acest artificiu, se constată că se obține un sistem de trei ecuații, în care necunoscutele sunt coordonatele punctului nou, x_P, y_P și orientarea θ_{AP} , aleasă ca fiind de referință. Rezolvând sistemul prin metoda substituției, se ajunge la expresia orientării θ_{AP} , de forma :

$$tg \theta_{AP} = \frac{(x_B - x_A)ctg \alpha + (x_A - x_C)ctg \beta + y_C - y_B}{(y_B - y_A)ctg \alpha + (y_A - y_C)ctg \beta - x_C - x_B} \quad [6.13]$$

La fel ca în cazul intersecției unghiulare înainte, deoarece funcția tangenta tinde la infinit pentru valori ale unghiului apropiate de 100° respectiv 300°, se poate folosi o relație funcție de cotangenta:

$$ctg \theta_{AP} = \frac{(y_B - y_A)tg \alpha + (y_A - y_C)tg \beta + x_C - x_B}{(x_B - x_A)tg \alpha + (x_A - x_C)tg \beta - y_C - y_B} \quad [6.14]$$

Marimea orientării inițiale devenind cunoscută, se rezolvă relațiile [6.11] și [6.12], problema fiind adusă la cazul intersecției înainte.

Un caz aparte de intersecție este cel în care se stăionează un punct vechi din care se vizează un punct nou. În continuare se vizează din punctul nou puncte vechi, inclusiv cel din care s-au făcut inițial determinările, iar metoda poartă denumirea de intersecție laterală. Se rezolvă ca o intersecție înainte, deoarece vizele se pot acum orienta.

5.3 Drumuirea planimetrică.

Având în vedere că distanțele între punctele de triangulație, fiind mari, nu asigură vizibilitate la toate punctele de detaliu din teren, iar îndeșirea rețelei nu este posibilă din considerente economice, se pune problema determinării coordonatelor unor puncte care prin amplasamentul lor să asigure determinarea unor puncte din care să se poată măsura toate detaliile terenului; această tehnică se numește metoda drumuirii. Din punct de vedere geometric, drumuirea este o linie frântă care începe și se termină (se sprijină) pe puncte din rețeaua de triangulație de ordinele I-V, sau între puncte ale caror coordonate au fost determinate prin intersecții. Coordonatele care se determină prin această metodă sunt coordonatele punctelor de frângere.

5.3.1 Clasificarea drumuirilor.

Clasificarea drumuirilor se poate face după:

1. felul punctelor între care se execută drumuirea:

- principale, când capetele drumuirii sunt puncte de triangulație sau puncte determinate prin intersecții;
- secundare, când capetele drumuirii sunt puncte de triangulație și puncte din drumuiri principale sau ambele capete sunt puncte din drumuiri principale.

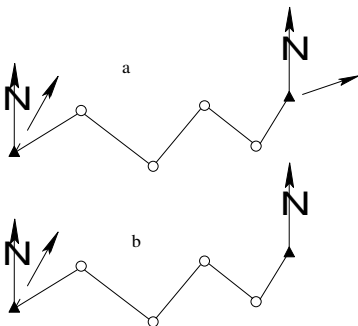


Figura 5.11 - Drumuirea sprijinită la capete.

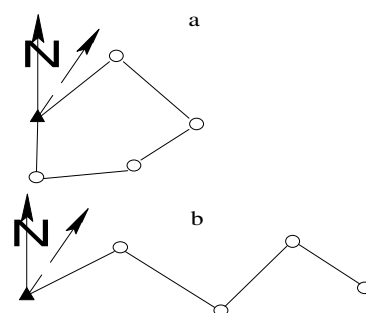


Figura 5.12 - Drumuirea închisă și drumuirea în vânt.

2. forma traseului :

- sprijinită la capete cu orientare inițială și orientare finală (figura 6.11a).
- sprijinită la capete cu orientare inițială (figura 6.11b).
- închisă pe punctul de plecare (figura 6.12a)
- drumuirea deschisă sau în vânt (figura 6.12b) - este forma de drumuirea cel mai puțin folosită deoarece nu asigură controlul măsurătorilor.

3. mărimea unghiurilor de frângere:

- întinse, când unghiurile de frângere sunt cuprinse între 180° și 220°.
- frânte, când unghiurile de frângere nu sunt cuprinse în intervalul menționat mai sus. Această clasificare este necesară numai la compensarea riguroasă a drumuirilor.

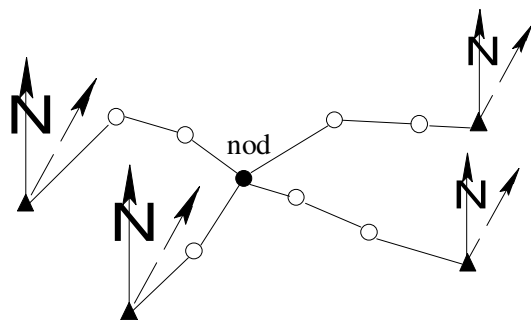


Figura 5.13 - Drumuirea cu punct nodal.

4. forma pe care o au:

- unice, când se desfășoară o singură drumuire sprijinită la capete;
 - cu punct nodal (figura 6.13), când două sau mai multe drumuiri se intersectează în unul sau mai multe puncte după care fiecare continuă traseul său, punctele de întretăiere numindu-se puncte nodale.
5. modul de determinare a lungimii laturilor:
- cu laturi măsurate direct, când laturile drumuirii se măsoară cu panglica sau ruleta;
 - cu laturi măsurate indirect, când laturile se măsoară stadimetric, paralactic, electrooptic.

6. modul de determinare a orientărilor laturilor:

- cu orientări determinate prin calcul și unghiuri orizontale măsurate în teren;

- cu orientari masurate în teren;
- cu orientari magnetice, când determinarea orientarilor se face folosind busola.

5.3.2 Operatii preliminare la drumurile planimetrice.

Traseul drumurilor se stabileste pe planuri scara 1:5000 sau mai mari, pe care sunt raportate punctele de triangulatie din zona. Functie de aceste puncte și de suprafata ce trebuie ridicata în plan, se aleg traseele drumurilor care, daca lungimile laturilor de drumuire sunt masurate cu ruleta, trebuie să respecte urmatoarele conditii:

- traseul să fie cât mai aproape de linia dreapta;
- lungimile drumurilor să nu depaseasca 3000 m și în cazuri exceptionale, când densitatea punctelor de triangulatie este mica 4000 m.
- lungimea maxima a laturilor să nu fie peste 300 m, iar cea minima sub 50 m.
- lungimile laturilor să fie aproximativ egale, iar trecerea de la laturi lungi la laturi scurte sau invers să fie treptata.

Definitivarea traseului, deci a punctelor de statie, se face la teren, în acest scop fiind necesara recunoasterea terenului. La recunoastere se vor verifica:

1. integritatea bornelor care marcheaza punctele de sprijin din reseaua de triangulatie sau drumuri principale,
2. pozitionarea definitiva a punctelor de statie din drumurile ce se vor efectua,
3. verificarea vizibilitatii efective între punctele consecutive ale drumuirii.

La alegerea pozitiei definitive a punctelor de statie se va avea în vedere ca acestea să asigure :

- a) aliniamente situate în apropierea detaliilor ce se vor ridica;
- b) marcarea definitiva cu borne sau taruși martori de dimensiuni mai mari. Punctele astfel marcate se vor musuroi.

Când drumurile se executa în localitati, marcarea se va face cu taruși metalici sau borne. În timpul masuratorilor punctele vecine se vor semnaliza astfel ca sa fie posibila materializarea directiilor din a caror diferenta să se poata determina unghiurile orizontale între laturile de drumuire ce converg într-un punct; directiile verticale se vor determina măsurând înaltimea "i" a instrumentului, iar prin efectuarea citirilor verticale la aceasta înaltime cu unghiurile verticale sau zenitale se va trece la calculul corectiei de reducere a distanțelor la orizont.

5.3.2.1 Operatii de teren la drumuri.

Masurarea laturilor drumuirii. Lungimea laturilor drumuirii se poate determina fie prin masurare directa fie prin masurare indirecta. Masurarea directa se executa cu panglici sau rulete, etalonate în prelabil. Determinarile se vor face în sensul dus și în sensul întors, în prelucrarea ulterioara folosindu-se media celor doua determinari, dupa ce fiecarei valori masurate i-au fost aplicate corectiile pentru lungimile masurate direct. Toleranta admisă între cele doua determinari, daca lucrarea se executa în teren plan cu panta pâna la 5^g, va fi data de relatia:

$$T = \pm 0,004 \sqrt{L_{km}} + \frac{1}{7500} L_{km} \quad [6.15]$$

pentru extravilan, sau:

$$T = \pm 0,003 \sqrt{L_{km}} \quad [6.16]$$

pentru intravilan. Daca ecartul $\Delta l \leq T$, se vor folosi la calcule lungimile medii rezultate din cele 2 determinari:

$$l = \frac{l' + l''}{2} \quad [6.17]$$

Valorii astfel determinate pentru l i se aplica corectiile pentru lungimi masurate direct : etalonare, întindere, temperatura, si reducere la orizont.

Masurarea unghiurilor de panta. Deoarece unghiul de panta se masoara în ambele capete ale laturii de drumuire, pentru calculele ulterioare se va folosi media lor, adica:

$$\alpha_i = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} \quad [6.18]$$

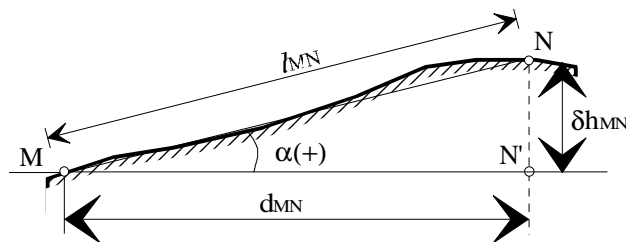


Figura 5.14 - Reducerea distanțelor și calculul diferenței de nivel.

Masurarea unghiurilor orizontale. Indiferent de tipul drumuirii, se vor masura în doua pozitii ale lunetei toate unghiurile între laturile de drumuire, precum și, acolo unde este cazul, unghiurile dintre laturile ce constituie orientarile de plecare și închidere și laturile de drumuire. Se va folosi în calculele ulterioare valoarea medie, adica:

$$\beta_i = \frac{\beta' + \beta''}{2} \quad [6.19]$$

5.3.2.2 Calcule și compensari la drumuri.

Etapa include:

- calculul distanțelor orizontale și a diferențelor de nivel între punctele drumuirii planimetrice (figura 6.14) :

$$d_i = l_i \cos \alpha ; \delta h_i = l_i \sin \alpha_i = d_i \operatorname{tg} \alpha_i \quad [6.20]$$

- calculul orientarilor între punctele de coordonate cunoscute cu relatiile:

$$tg \theta_{AB}^{coord} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} ; tg \theta_{CD}^{coord} = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C} = \frac{\Delta y_{CD}}{\Delta x_{CD}} \quad [6.21]$$

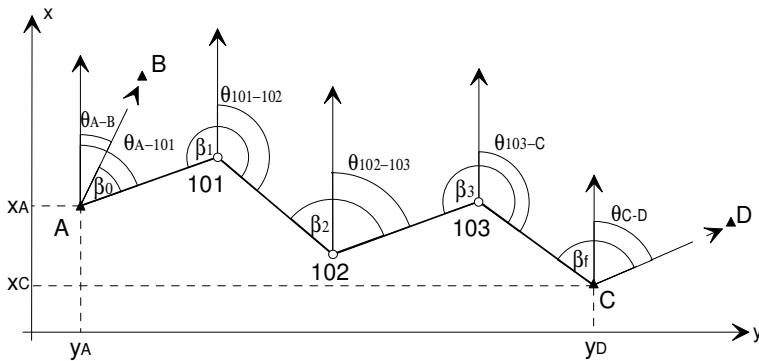


Figura 5.15 - Drumuirea planimetrică : calculul și compensarea orientărilor.

din care rezulta valorile orientărilor între puncte de coordonate cunoscute, adică orientarea de plecare și cea de închidere. Fiind valori calculate din coordonate, acestea vor fi considerate în etapa de compensare, valori juste, neafectate de erori.

- calculul orientărilor provizorii ale laturilor de drumuire cu ajutorul unghiurilor β_i măsurate. Până la această etapă însă vom constata că raportul între orientarea directă θ_{ij} și cea inversă θ_{ji} este dat de relația:

$$\theta_{ji} = \theta_{ij} + 200^g \quad [6.22]$$

la care se ajunge prelungind direcția "ij" dincolo de punctul j. Cum θ_{ji} este definită ca unghiul format de direcția nordului cu direcția de măsurat, ea se compune din orientarea directă θ_{ij} la care se adaugă 200^g . Conform figurii 6.15, se pot scrie următoarele relații:

$$\begin{aligned} \theta_{A-101} &= \theta_{AB} + \beta_0 \\ \theta_{101-102} &= \theta_{A-101} + 200^g + \beta_1 - 400^g = \theta_{AB} + \beta_0 + \beta_1 - 400^g \\ \theta_{102-103} &= \theta_{101-102} + 200^g + \beta_2 - 400^g = \theta_{AB} + \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 - 400^g \\ \theta_{103-C} &= \theta_{102-103} + 200^g + \beta_3 - 400^g = \theta_{AB} + \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - 400^g \\ \theta_{C-D} &= \theta_{103-C} + 200^g + \beta_f - 400^g = \theta_{AB} + \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_f - 400^g \end{aligned} \quad [6.23]$$

Dar θ_{CD} rezulta și din relațiile [6.21] sub forma unei valori juste, rezultate din calcul, în timp ce valoarea obținută din relațiile [6.23], fiind obținută cu ajutorul unghiurilor măsurate, va fi afectată de erori. Se poate calcula eroarea pe orientări, ca diferența între cele două valori:

$$e_\theta = \theta_{CD} - \theta_{CD}^{coord} \quad [6.24]$$

Dacă valoarea calculată este mai mică decât toleranța

$$T_\theta = \pm p\sqrt{n} \quad [6.25]$$

unde "p" este precizia dispozitivului de citire al teodolitului și "n" numărul de stații de teodolit, atunci, se poate calcula corecția unitară pentru orientări, cu relația :

$$c_\theta = -\frac{e_\theta}{n} \quad [6.26]$$

unde $n = 5$ stații (A,101,102,103,C)

Calculul orientărilor compensate se face pornind de la orientările calculate cu relațiile [6.23] la care se aplică corecția pentru orientări, c_θ :

$$\begin{aligned} \theta_{A-101}^{comp} &= \theta_{A-101} + 1 \cdot c_\theta \\ \theta_{101-102}^{comp} &= \theta_{101-102} + 2 \cdot c_\theta \\ \theta_{102-103}^{comp} &= \theta_{102-103} + 3 \cdot c_\theta \\ \theta_{103-C}^{comp} &= \theta_{103-C} + 4 \cdot c_\theta \\ \theta_{C-D}^{comp} &= \theta_{C-D} + 5 \cdot c_\theta = \theta_{C-D}^{coord} \end{aligned} \quad [6.27]$$

Egalitatea între orientarea calculată din coordonate și cea transmisă cu ajutorul unghiurilor de frângere, egalitate exprimată în ultima condiție din ecuațiile [6.27] constituie un control al corectitudinii calculelor.

Cu valorile compensate ale orientărilor, așa cum rezulta din relațiile [6.27], se trece la calculul și compensarea creșterilor de coordonate. Expresiile creșterilor de coordonate sunt de forma:

$$\begin{aligned} \delta x_1 &= d_{A-101} \cos \theta_{A-101} & \delta y_1 &= d_{A-101} \sin \theta_{A-101} & \delta h_1 &= d_{A-101} \operatorname{tg} \alpha_{A-101} \\ \delta x_2 &= d_{101-102} \cos \theta_{101-102} & \delta y_2 &= d_{101-102} \sin \theta_{101-102} & \delta h_2 &= d_{101-102} \operatorname{tg} \alpha_{101-102} \\ \delta x_3 &= d_{102-103} \cos \theta_{102-103} & \delta y_3 &= d_{102-103} \sin \theta_{102-103} & \delta h_3 &= d_{102-103} \operatorname{tg} \alpha_{102-103} \end{aligned} \quad [6.28]$$

$$\delta x_4 = d_{103-C} \cos \theta_{103-C} \quad \delta y_4 = d_{103-C} \sin \theta_{103-C} \quad \delta h_4 = d_{103-C} \operatorname{tg} \alpha_{103-C}$$

care prin însumare conduc la relațiile:

$$\Sigma \delta x_{A-C} = \Sigma d \cdot \cos \theta \quad \Sigma \delta y_{A-C} = \Sigma d \cdot \sin \theta \quad \Sigma \delta h_{A-C} = \Sigma d \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad [6.29]$$

Valorile de mai sus sunt valori eronate provenind din măsuratori; valoarea justă corespunzătoare se calculează din diferența coordonatelor. În acest fel se poate ajunge la valoarea erorii pe x, y, respectiv h și implicit la valoarea corectiei:

$$\begin{aligned} e_x &= \Sigma d \cdot \cos \theta - (x_C - x_A) \\ e_y &= \Sigma d \cdot \sin \theta - (y_C - y_A) \\ e_h &= \Sigma d \cdot \operatorname{tg} \alpha - (H_C - H_A) \end{aligned} \quad [6.30]$$

Dacă valorile creșterilor de coordonate calculate se înscriu în toleranța dată de relația:

$$T_{x,y} = \pm 0,003 \sqrt{D} + \frac{D}{500} \quad [6.31]$$

iar cele pentru cote în toleranța dată de

$$T_h = \pm 0,25 \sqrt{D_{hm}} \quad [6.32]$$

se vor calcula corecțiile unitare cu relațiile:

$$c_x = -\frac{e_x}{\Sigma d} \quad c_y = -\frac{e_y}{\Sigma d} \quad c_h = -\frac{e_h}{\Sigma d} \quad [6.33]$$

Prin aplicarea corecțiilor în relațiile [6.28], se ajunge la creșterile de coordonate compensate :

$$\begin{aligned} \delta x_1^{\text{comp}} &= \delta x_1 + d_{A-101} c_x & \delta y_1^{\text{comp}} &= \delta y_1 + d_{A-101} c_y & \delta h_1^{\text{comp}} &= \delta h_1 + d_{A-101} c_h \\ \delta x_2^{\text{comp}} &= \delta x_2 + d_{101-102} c_x & \delta y_2^{\text{comp}} &= \delta y_2 + d_{101-102} c_y & \delta h_2^{\text{comp}} &= \delta h_2 + d_{101-102} c_h \\ \delta x_3^{\text{comp}} &= \delta x_3 + d_{102-103} c_x & \delta y_3^{\text{comp}} &= \delta y_3 + d_{102-103} c_y & \delta h_3^{\text{comp}} &= \delta h_3 + d_{102-103} c_h \\ \delta x_4^{\text{comp}} &= \delta x_4 + d_{103-C} c_x & \delta y_4^{\text{comp}} &= \delta y_4 + d_{103-C} c_y & \delta h_4^{\text{comp}} &= \delta h_4 + d_{103-C} c_h \end{aligned} \quad [6.34]$$

Pentru control se va verifica respectarea egalității între suma cantităților corectate cu valorile omologe determinate din coordonate.

Calculul coordonatelor absolute se face cu relații de forma :

$$x_{101} = x_A + \delta x_1^{\text{comp}} \quad y_{101} = y_A + \delta y_1^{\text{comp}} \quad H_{101} = H_A + \delta h_1^{\text{comp}} \quad [6.35]$$

5.4 Ridicarea detaliilor planimetrice.

5.4.1 Metoda radierii.

Această metodă constă în determinarea, în vederea raportării pe plan, a coordonatelor punctelor de detaliu din teren. Se folosește atunci când punctele sunt dispuse în jurul unui punct de coordonate cunoscute (punct de triangulație sau din drumuire) la distanța de maxim 150m (figura 6.17).

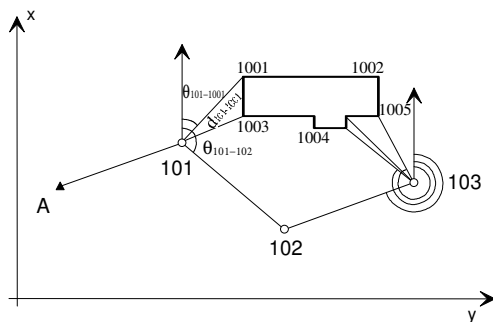


Figura 5.17 - Metoda coordonatelor polare.

Se vor măsura lungimea înclinată de la punctul de stație la punctul radiat, unghiul de pantă către punctul radiat precum și unghiul orizontal făcut de o latură de drumuire (101-102) cu direcția către punctul radiat. Dacă distanțele au fost măsurate direct, se vor aplica toate corecțiile cunoscute.

Etapa de calcul de birou include fie raportarea punctelor în coordonate polare, situație în care se folosesc unghiurile orizontale măsurate în teren și lungimile reduse la orizont, fie cu aceste valori se calculează coordonate rectangulare pentru punctele radiate. În acest ultim caz este nevoie să se calculeze orientările către punctele radiate cu relații de forma:

$$\theta_{101-1001} = \theta_{101-A} + \beta_{A-1001} - 400^g \quad [6.36]$$

iar lungimile înclinate să fie reduse la orizont cu relații de forma:

$$d_i = l_i \cos \alpha_i \quad [6.37]$$

Cu aceste valori, se vor calcula pentru fiecare punct în parte, creșterile de coordonate:

$$\begin{aligned} \delta x_i &= d_i \cdot \cos \theta \\ \delta y_i &= d_i \cdot \sin \theta \\ \delta h_i &= l_i \sin \alpha_i = d_i \operatorname{tg} \alpha_i \end{aligned} \quad [6.38]$$

și respectiv coordonatele rectangulare față de punctul de stație din care au fost măsurate la teren:

$$X_i = X_{\text{statie}} + \delta x_i \quad Y_i = Y_{\text{statie}} + \delta y_i \quad H_i = H_{\text{statie}} + \delta h_i \quad [6.39]$$

Din punct de vedere practic, este posibil ca punctele radiate sa fie masurate simultan cu determinarile în vederea realizarii drumuirii planimetrice. Coordonate pentru punctele radiate se calculeaza însa dupa calculul si compensarea drumuirii planimetrice. Când un punct radiat este determinat din doua statii de drumuire diferite, spunem ca acel punct este radiat dublu.

5.4.2 Metoda coordonatelor rectangulare (echerice).

Metoda presupune determinarea directa a coordonatelor echerice - abscisa si ordonata, de obicei fata de o latura de drumuire considerata axa de operatie. Pentru a putea fi aplicata, este necesar ca detaliile sa fie situate la distante mai mici decât lungimea ruletei cu care se fac determinarile (de obicei ruleta de 50m).

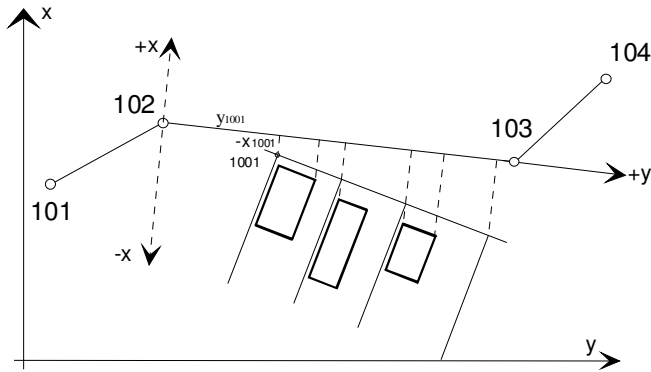


Figura 5.18 - Metoda coordonatelor rectangulare.

În exemplu din figura 6.18, detaliile din teren, reprezentate de colturile proprietatilor si colturile constructiilor se vor determina functie de pozitia lor fata de o axa arbitrara, numita axa de operare, care este latura de drumuire 102 - 103. Abscisele punctelor vor fi reprezentate de distanta de la punctul 102, considerat originea axei, pâna la piciorul perpendicularei coborât dintr-un punct de detaliu pe axa de operare. Ordonatele se raporteaza pe o axa perpendiculara pe prima, la care am convenit ca sensul pozitiv sa fie în stânga laturii de drumuire, iar cel negativ în dreapta. Pentru verificarea masuratorilor se recomanda perimetrarea detaliilor, iar dupa raportarea punctelor se va proceda la compararea

dimensiunilor pe perimetru determinate pe plan dupa raportarea punctelor cu cele masurate în teren.

Metoda coordonatelor echerice presupune obtinerea absciselor si ordonatelor în valori orizontale; din acest motiv, metoda este recomandabil sa fie aplicata pentru ridicari în zone de ses.

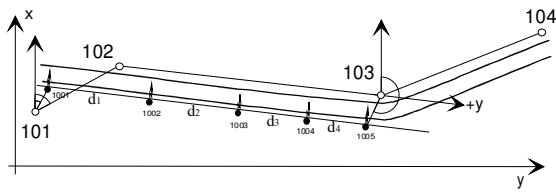


Figura 5.19 - Metoda aliniamentului.

5.4.3 Metoda aliniamentului.

Daca o serie de detalii sunt dispuse în linie dreapta (de exemplu stâlpii de sustinere din retelele electrice sau de iluminat stradal), este mai comod sa se determine coordonate numei pentru punctele de capat, celelalte puncte fiind amplasate pe dreapta astfel definita, se vor raporta numai prin distanta la care se afla fata de unul din capetele aliniamentului. În exemplul din figura 6.19, se vor determina coordonatele punctelor de capat prin metoda radierii, iar punctele intermediare se raporteaza pe

plan prin distanta fata de unul din capete, toate punctele fiind situate pe dreapta ce uneste capetele aliniamentului.

La fel ca la metoda coordonatelor rectangulare, distantele se vor determina în valoare orizontala, deci metoda este recomandat sa se aplice în terenuri plane.