

Capitolul 2

Planul topografic este o reprezentare convențională, micșorată și asemenea a unei porțiuni relativ restrânse a terenului, care prin detaliile pe care le conține, permite formarea unei imagini sugestive asupra planimetriei și reliefului terenului. La întocmirea lui nu se ține seama de influența curburii Pamântului.

Harta topografică, spre deosebire de plan, reprezintă o suprafață mai mare de teren, imaginea pe care o reda este generalizată, adică nu conține toate detaliile dintr-un plan, iar la întocmirea ei se ține seama de curbura Pamântului. Pentru aceasta este necesar mai întâi să se creeze o rețea geografică de paralele și meridiane în vederea reprezentării suprafețelor curbe de pe sferoid.

2.1 Scara planurilor și harților.

Raportul constant între o distanță de pe harta și omoloaga ei din teren poartă denumirea de scară. După modul de prezentare, se disting:

a) scara numerică, cu forma generală :

$$S_c = \frac{d}{D} = \frac{1}{n} \quad [2.1]$$

în care cunoscând două valori, se poate determina a treia. După mărimea numitorului scării, n , se disting:

- scări mari, la care numitorul este mic, folosite la planurile topografice;
- scări mijlocii, folosite la hărțile topografice;
- scări mici, la care numitorul este mare, folosite la hărțile geografice.

b) scara grafică, care este reprezentarea grafică a scării numerice, permițând determinarea directă, în unități din teren, a lungimii ce se dorește să se determine. După construcție pot fi scări grafice:

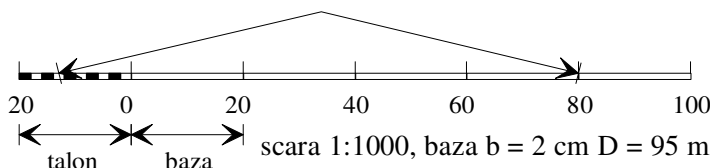


Figura Error! No text of specified style in document..1-Scara grafica simpla.

- simple, la care este posibilă citirea până la 1/10 din valoarea bazei. Orice scară grafică simplă este alcătuită dintr-un număr întreg de baze situate în dreapta originii scării și un talon situat la stânga originii. Acesta este divizat în 10 intervale de lungimi egale, lungimea talonului fiind egală cu lungimea unei baze. Determinarea distanței între două puncte

de pe harta se face luându-se această lungime în deschiderea unui compas sau distantier și așezând apoi compasul cu un vârf pe o bază întreaga astfel ca al doilea vârf să se găsească în interiorul talonului. Distanța se determină prin însumarea numărului de baze cu partea fracționară reprezentată de distanța determinată în interiorul talonului. Distanța corespunzătoare figurii 2.1 este de 95 m compusă fiind din 4 baze a câte 20 m fiecare și din partea zecimală reprezentată de 7,5 diviziuni a câte 2 m fiecare.

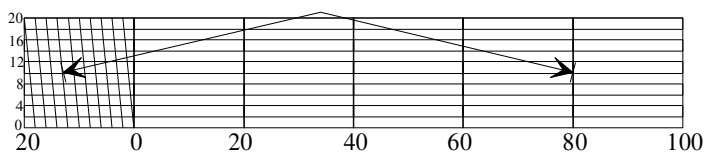


Figura Error! No text of specified style in document..2-Scara grafica transversala.

- compuse sau transversala, la care este posibilă citirea până la 1/100 din valoarea bazei. Acest tip de scară este perfecționată față de scara grafică simplă. Modul de utilizare este asemănător cu cel prezentat anterior : distanța de pe harta se ia în deschiderea compasului și se aplică apoi pe scara grafică astfel ca un capăt al compasului să se afle pe o bază întreaga iar

cel de al doilea capăt în interiorul talonului exact pe un punct de intersecție al orizontalelor cu transversalele. Trebuie avut grijă ca ambele capete ale compasului să se afle pe aceeași orizontală.

Scările grafice servesc fie la determinarea unei distanțe de pe harta fie la raportarea pe harta a unei distanțe măsurate în teren. Contractia hârtiei planului și modalități de eliminare a acesteia, constituie un fenomen inerent, datorat condițiilor de păstrare și manipulare a hărților ca urmare a condițiilor de temperatură și umiditate care sunt permanent modificate. Fenomenul poate afecta hărțile până la un cuantum de 2% pe orice direcție. Pentru eliminarea acestui inconvenient, fie odată cu tipărirea hărții se tipărește și scara grafică, fie înainte de tipărire hârtia se lipește pe un suport nedeformabil (zinc, sticlă, material plastic, etc.)

Precizia grafică a scării este un rezultat al faptului că este imposibil de determinat distanța d cu o precizie mai mare de 0,1mm, dar care în mod obișnuit are valori de 0,2-0,3mm. Acestor erori le corespunde în teren o lungime ce depinde de scara hărții. Pentru determinarea acestei mărimi se porneste de la definiția scării numerice și anume:

$$\frac{e}{P_s} = \frac{1}{n}; P_s[m] = \pm e \cdot n \cdot 10^{-3} [m] \quad [2.2]$$

Din relația [2.2] se poate observa că cu cât numitorul scării este mai mare, deci scara este mai mică, cu atât precizia de citire și raportare a distanțelor este mai mică.

Funcție de scara la care sunt redactate, produsele cartografice se clasifică în:

- planuri topografice cu scara cuprins în general între 1:1000 și 1:10000;
- hărți topografice cu scara mare, până la 1:100000;
- hărți topografice de ansamblu cu scări medii, până la 1:200000 sau 1:1000000;
- hărți geografice la scări mai mici de 1:1000000

2.2 Semnele convenționale

Detaliile din teren se reprezintă pe planuri și hărți prin semne astfel concepute încât să fie cât mai sugestive, mai ușor de reprezentat prin desen. Acestea pot reprezenta pe planuri sau hărți detalii planimetrice și altimetrice, într-o formă cât mai sugestivă, putându-se clasifica după destinația detaliilor pe care le reprezintă în semne de planimetrie și semne de altimetrie.

a) semne pentru planimetrie, care se împart în :

- *de contur*, care permit desenarea la scara hărții a naturii detaliilor (mlaștini, păduri, etc). În cazul pădurilor se reprezintă numai conturul pădurii nu și poziția arborilor în pădure.
- *de poziție sau de scara*, care folosesc pentru redarea detaliilor care nu se pot reprezenta la scara. Ele arată însă poziția exactă a detaliului pe care-l reprezintă.
- *explicative*, care "explică" anumite detalii de pe harta. Această categorie se folosește numai împreună cu celelalte semne convenționale. La reprezentarea unei păduri, în afara conturului pădurii, din loc în loc se folosește un semn convențional care precizează specia preponderentă a arborilor.

b) semne pentru altimetrie, care folosesc la reprezentarea formelor de relief, cum ar fi dealurile, vârfurile, văile, râpele, etc.

Semnele convenționale folosite la redactarea hărților sau planurilor sunt cuprinse în atlase de semne convenționale. Câteva exemple sunt prezentate în figura 2.3.

Semn	Obiectul	Semn	Obiectul
	Punct geodezic		Zid de piatra sau beton
	Punct topografic bornat		Autostrada
	Reper de nivelment		Sosea asfaltata cu latime de 7m
	Cale ferata in rambleu		Drum comunal
	Cale ferata in debleu		Linie electrica pe ferme metalice
	Tunel de 8m latime și 58 lungime		Conducta de gaze la suprafata
	Padure de conifere sau foioase cu inaltimea medie de 8 m și diametrul mediu de 0,35m		Islaz
	Vie		Parloaga
	Fineata		Tufisuri compacte

Figura Error! No text of specified style in document..3 - Semne convenționale.

2.3 Reprezentarea reliefului.

Relieful cuprinde totalitatea neregularităților, convexe și concave ale terenului, iar reprezentarea lui cât mai corectă și expresivă este foarte importantă. Pentru aceasta se folosesc următoarele metode:

- curbe de nivel;
- planul cotate
- planuri în relief;
- umbre cu tente;

Dintre toate metodele, cea mai folosită este cea a curbelor de nivel. O curbă de nivel este locul geometric al punctelor care au aceeași cota, proiectat în plan orizontal. Se obține prin secționarea terenului cu plane orizontale, iar

proiecția în plan orizontal al urmei secțiunii este chiar curba de nivel. Pentru reprezentarea curbilor de nivel, în funcție de scara hărții, se alege o echidistanța, E , reprezentând distanța pe verticala între doua plane de secționare a terenului (figura 2.4). Aceasta marime se numeste echidistanta numerica sau naturala; ea depinde de accidentatia terenului, de scara hartii și de precizia cu care se dorește a fi reprezentat relieful. Se considera ca între doua curbe de nivel panta terenului este constanta. Curbele de nivel se clasifica în functie de valoarea echidistantei E . Valoarea acesteia este functie de scara planului sau hartii si este în general de 5m pentru scara 1:25000, 10m pentru scara 1:50000 si 20m pentru scara 1:100000. Indiferent de scara, culoarea pentru prezentarea curbilor de nivel pe planuri sau harti este culoarea sepie (maro-roscat).

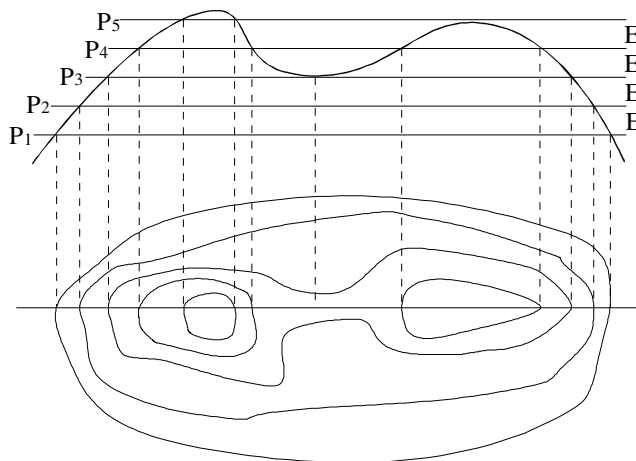


Figura Error! No text of specified style in document..4 - Obținerea curbilor de nivel.

Funcție de echidistanta dintre ele, curbele de nivel se împart în :

- *normale*, reprezentate prin linii subtiri, dispuse în contururi închise, distanta pe verticala între doua curbe de nivel normale fiind egala cu echidistanta.
- *principale*, reprezentate prin linii mai groase, distanta pe verticala între doua curbe principale fiind egala cu $5E$;
- *ajutatoare*, trasate prin linii subtiri, întrerupte, având distanta pe verticala egala cu $1/2E$. Se traseaza numai atunci când se considera ca densitatea curbilor normale este insuficienta și nu reda exact configuratia terenului;
- *auxiliare*, trasate prin linii întrerupte, mai scurte decât cele ajutatoare, la care echidistanta este $1/4E$.

Normala aproximativa la doua curbe de nivel se numeste linie de cea mai mare panta. Pentru a se indica sensul de scurgere al apei, curbele de nivel sunt însoțite de mici linii numite *bergstrich*-uri.

2.4 Forme tip de relief.

2.4.1 Forme tip de înalțimi.

- *Mamelonul* este o ridicatura de înalțime 50-150 metri fata de terenul înconjurator, cu vârful rotunjit și pante relativ simetrice care sunt dispuse în toate directiile. Se reprezinta prin curbe de nivel închise.

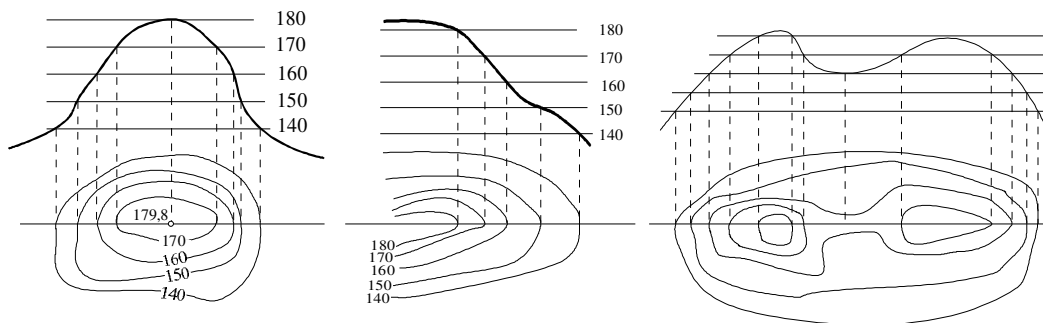


Figura Error! No text of specified style in document..5 - Forme tip de ridicaturi : mamelonul, botul de deal, saua.

- *Piscul* se reprezinta asemanator cu mamelonul numai ca pantele fiind mai abrupte, curbele de nivel vor fi mai dese decât la reprezentarea mamelonului.
- *Dealul* este o ridicatura cu doi versanti, despartiti prin culme sau creasta. Se reprezinta ca un diedru convex. Elementele caracteristice sunt linia de despartire a apelor, vârful și piciorul crestei. Se poate întâlni și sub denumirea de crupa, creasta sau bot de deal.

- *Saua* este forma de relief care racordeaza doua creste sau mameloane. Centrul seii se numeste gît și formeaza originea a doua sei care sunt dispuse transversal pe linia de creasta.

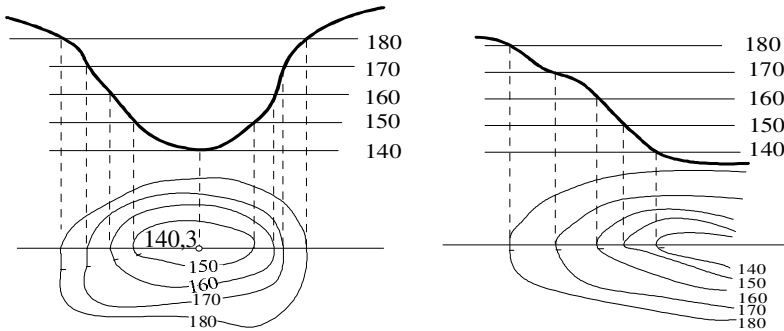


Figura Error! No text of specified style in document..6 - Reprezentarea adânciturilor

Ca arie, valea se desfasoara pe suprafete întinse. Ca mod de reprezentare prin curbe de nivel, acestea sunt alungite, cu concavitata spre firul vaii (talveg).

Viroaga sau *crovul* este o vale de întindere mai mica, caracteristica regiunilor de ses, formarea ei datorându-se actiunii erozive a torentilor în roci moi. Este omoloaga vaii pentru zonele de câmpie. Aceste forme de relief se reprezinta prin curbe de nivel asa cum este aratat în figura 2.6.

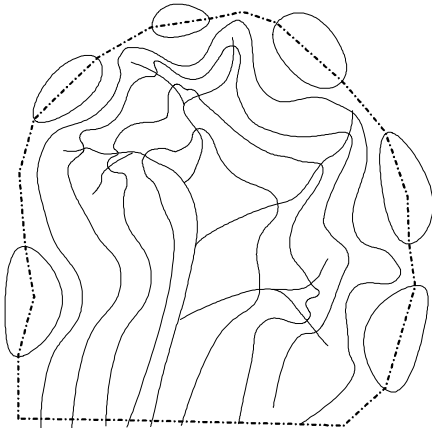


Figura Error! No text of specified style in

2.4.3 Bazin hidrografic.

este o forma complexa, închisa pe trei parti de linia de despartire a apelor și deschisa pe o latura. În interiorul unui bazin hidrografic, apele sunt colectate de pe versanti și evacuate prin latura deschisa, iar din punct de vedere al alcatuirii, acesta se compune din mai multe forme de relief simple : mameloane, sei, vai. Din cele prezentate în figura 2.7, se poate vedea ca bazinul hidrografic este definit ca suprafata de pe care în mod natural apa pluviala este colectata si evacuată la vale. Importanta cunoasterii întinderii bazinului hidrografic pentru un curs de apa este utila în cazul proiectarii constructiilor hidrotehnice sau cailor de comunicatii în vederea stabilirii debitelor de apa ce trec pe sub un pod ce urmeaza a se proiecta si apoi construi sau pentru stabilirea volumului potential de apa dintr-un viitor lac de acumulare pentru o hidrocentrala.

2.5 Folosirea planurilor și hartilor.

2.5.1 Determinarea coordonatelor rectangulare.

Se utilizeaza caroiajul kilometric, care este o retea de patrate, trasata numai pe harta și inexistentă în teren, având latura de 1km în teren, trasate pentru valori kilometrice întregi. Determinarea poate sa tina sau poate sa nu tina cont de deformatia hârtiei. Pentru al doilea caz se determina coeficientii pe cele doua directii - x și y - ale planului, coeficienti care au expresiile:

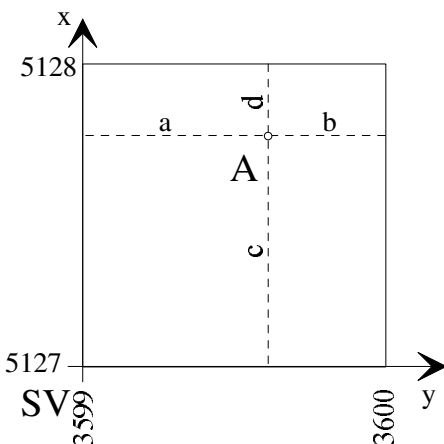


Figura Error! No text of specified style in document..7 - Determinarea coordonatelor.

$$k_x = \frac{D_T}{D_{R_x}}$$

$$k_y = \frac{D_T}{D_{R_y}}$$

[2.3]

în care D_T = distanta teoretica între doua linii de caroiaj succesive, D_{R_x} , respectiv D_{R_y} , distantele reale între aceleasi doua linii de caroiaj, pe directia x respectiv y. Distanțele de mai sus se calculeaza functie de scara planului în cazul lui D_T , respectiv se masoara cu mare atentie cu o rigla în cazul lui D_{R_x} , respectiv D_{R_y}

Relatiile de calcul pentru coordonatele plane X,Y sunt :

$$X_A = X_{SV} + \Delta x = X_{SV} + c \cdot n \cdot k_x$$

$$Y_A = Y_{SV} + \Delta y = Y_{SV} + a \cdot n \cdot k_y$$

[2.4]

în care X_{SV} și Y_{SV} reprezintă coordonatele coltului sud-vest al caroiajului în care se găsește punctul ale cărui coordonate se vor determina; n reprezintă numărul scării; a și c reprezintă segmentele măsurate pe harta pe paralelele duse prin punct la axele de coordonate.

Dar problema se poate pune și invers, în sensul că date fiind coordonatele unui punct din teren se cere să fie raportat pe harta. Pentru rezolvarea problemei se vor calcula segmentele corespunzătoare fracțiilor de kilometri pentru cele două coordonate, se va alege colțul de sud-vest și se vor raporta segmentele calculate pe axele de coordonate. La intersecție se va găsi punctul determinat în teren.

2.5.2 Determinarea distanței între două puncte pe harta.

Pentru soluționarea problemei, se vor analiza mai întâi datele referitoare la configurația distanței sub aspect geometric și apoi elementele cunoscute. Se pot distinge următoarele cazuri:

a). când distanța între cele două puncte este un aliniament, acesta se poate determina fie:

- folosind coordonatele punctelor care determină distanța, cu relația :

$$D_{AB}^2 = (X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2 \quad [2.5]$$
- folosind scara numerică a hărții : se măsoară cu o riglă distanța dintre capetele distanței, iar valoarea se multiplică cu numărul scării. Măsurarea se va face cu mare atenție, până la zecime de milimetru.
- folosind scara grafică a hărții : se ia în deschiderea compasului distanța ce se dorește a se determina și prin poziționarea convenabilă a compasului pe scara grafică, se obține direct distanța corespunzătoare în unități din teren.

b). când distanța între puncte are un traseu sinuos, pentru determinarea distanței se folosește un instrument, numit curbimetru, care permite urmărirea traseului cu ajutorul unei rotite cuplate la un contor care afișează direct distanța funcție de scara hărții.

2.5.3 Determinarea orientării unei direcții.

Acest tip de problemă se poate rezolva fie folosind raportorul și procedând la o măsurare directă, fie folosind funcțiile trigonometrice, tangenta sau cotangenta, calculate din coordonatele punctelor între care se dorește a se afla orientarea, astfel:

$$\operatorname{tg} \theta_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad \text{sau} \quad \operatorname{ctg} \theta_{AB} = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \quad [2.6]$$

Se va utiliza acel raport care este subunitar. Relațiile sunt valabile în situația în care axa Ox este pe verticală și Oy pe orizontală.

2.5.4 Orientarea în teren a hartilor sau planurilor.

Este operațiunea prin care liniile de pe harta sau plan devin paralele cu omoloagele lor din teren și au aceeași direcție. În această situație, toate detaliile ce se află de o parte a unei direcții în teren se află de aceeași parte a direcției și pe harta.

Această operațiune se poate face și cu busola, situație în care direcția nordului magnetic al hărții este suprapusă peste direcția nordului magnetic determinată în teren cu ajutorul busolei.

2.5.5 Determinarea cotei unui punct prin interpolarea curbelor de nivel.

Dacă punctul este chiar pe curba de nivel, cota lui va fi egală cu valoarea curbei de nivel. În caz contrar, se duce prin punct linia de cea mai mare pantă (numită și normală aproximativă la cele două curbe), reprezentată de cea mai scurtă distanță între cele două curbe, trecând prin punct. Se măsoară cu o riglă distanța D între curbe, precum și distanța d de la una din curbe la punct. Utilizând relația:

$$\delta h_{AP} = \frac{d}{D} \cdot E \quad [2.7]$$

unde E este echidistanța curbelor de nivel. Cota punctului P se calculează însumând algebric valoarea calculată cu valoarea curbei de nivel corespunzătoare segmentului d . Valoarea obținută pentru δh_{AP} trebuie să fie mai mică decât echidistanța.

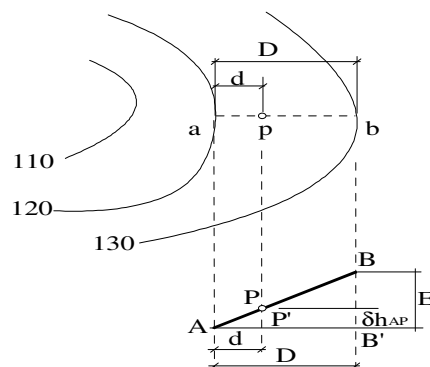


Figura Error! No text of specified style in document..8 - Determinarea cotelor.

2.5.6 Determinarea pantei liniei terenului între două puncte.

Panta terenului reprezintă înclinarea suprafeței terenului față de orizontală și este chiar tangenta unghiului de înclinare.

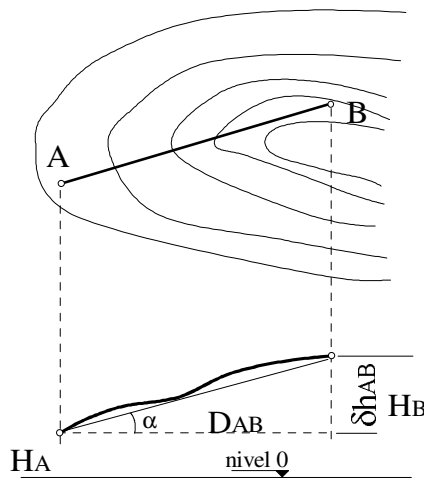


Figura Error! No text of specified style in document..9 - Determinarea pantei.

procentuala:

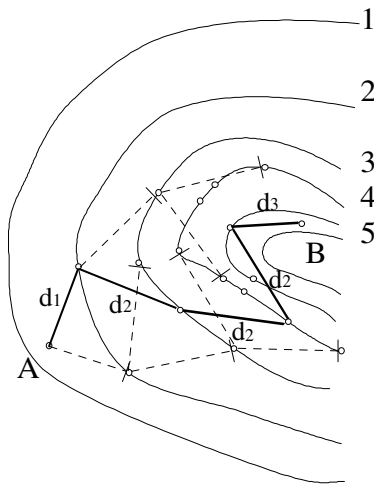


Figura Error! No text of specified style in document..10 - Trasarea unei linii de panta constanta pe harta.

$$p = tg\alpha = \frac{\delta h_{AB}}{D_{AB}} \quad [2.8]$$

în care δh reprezinta diferenta de nivel cu semn algebric între punctele de capat, iar D reprezinta distanta orizontala din teren între cele doua puncte. Ca mod de exprimare, aceasta se poate prezenta sub forma procentuala, adica:

$$p\% = 100tg\alpha = 100 \frac{\delta h_{AB}}{D_{AB}} \quad [2.9]$$

sau în grade, minute și secunde de arc.

2.5.7 Trasarea liniei de panta constanta între doua puncte pe harta.

Aceasta problema apare cînd se doreste trasarea axului unei cai de comunicatie, axul unui canal, sau orice situatie în care se impune alegerea unui traseu a carui panta trebuie sa fie egala sau mai mica decât o valoare impusa. Problema se reduce la calculul unor distante d_i pe plan, astfel ca omoloagele lor D_i din teren sa aiba panta $p\%$ egala sau mai mica decât valoarea impusa. Pornind de la formula pantei exprimata sub forma

$$p\% = 100 \cdot tg\alpha = 100 \frac{\delta h_{AB}}{D_{AB}} \quad [2.10]$$

$$\text{se obtine : } D_{AB} = \frac{100 \cdot \delta h_{AB}}{p\%} \quad [2.11]$$

careia îi corespunde distanta d_i de pe harta,

$$d = \frac{D_{AB}}{n} = \frac{100 \cdot \delta h_{AB}}{n \cdot p\%} \quad [2.12]$$

Se disting trei situatii, functie de valorile pe care le poate lua δh , și anume:

- cînd valoarea lui δh este egala cu echidistanta curbelor de nivel, distanta pe harta este data de :

$$d_1 = \frac{100 \cdot E}{n \cdot p\%} \quad [2.13]$$

- cînd punctul A nu se afla pe curba de nivel, valoarea distantei d se calculeaza cu relatia:

$$d_2 = \frac{100 \cdot \delta h_{A1}}{n \cdot p\%} \quad [2.14]$$

- cînd punctul B nu se afla pe curba de nivel, valoarea distantei d se calculeaza cu relatia:

$$d_3 = \frac{100 \cdot \delta h_{5B}}{n \cdot p\%} \quad [2.15]$$

Distantele d se numesc pas de proiectare. Trasarea pe plan sau harta a liniei se face astfel : în deschiderea compasului se ia distanta d_2 și cu vârful compasului în punctul A se descrie un arc de cerc care intersecteaza prima curba de nivel în doua puncte. Se ia în deschiderea compasului distanta d_1 , se aseaza vârful succesiv în punctele obtinute anterior și se descriu arce de cerc, obtinând pe a doua curba de nivel în total patru puncte. Din aceste puncte se vor trasa cu același pas de proiectare punctele de intersectie cu urmatoarea curba de nivel, și asa mai departe. Se observa ca numarul variantelor se dubleaza de fiecare data. Pentru a nu se încarca desenul inutil, se vor alege la trasare numai acele puncte care raspund la celelalte conditii de proiectare. De exemplu, pentru trasarea axului unui drum se vor alege acele variante care asigura unghiuri obtuze între aliniamentele succesive.

2.5.8 Intocmirea profilului longitudinal

Prin sectionarea terenului cu un plan vertical trecând prin două punctele se obține profilul terenului între acele puncte. Pentru o reprezentare sugestivă, se alege scara înălțimilor de 10 ori mai mare decât scara lungimilor, de exemplu dacă scara lungimilor este 1:25000, scara înălțimilor se va alege 1:2500. Cele două scări reprezintă axe de coordonate, în care scara lungimilor se reprezintă pe orizontală și scara înălțimilor pe verticală. Se unesc printr-o dreaptă punctele A și B și se notează punctele de intersecție ale dreptei cu curbele de nivel. Se iau în deschiderea compasului, succesiv, distanțele de la punctul A la fiecare curbă de nivel și se marchează punctele pe profilul longitudinal. Se determină corespunzător în teren al acestor distanțe și se precizează în rubrica corespunzătoare din cartusul profilului longitudinal. Se calculează cotele punctelor A și B prin interpolarea curbelor de nivel, trecând valorile pe linia corespunzătoare cotelor din cartus. Se completează cotele punctelor de intersecție ale dreptei A-B cu curbele de nivel. Originea axei cotelor se alege astfel ca cea mai mică cotă să se reprezinte la circa 1-1,5 centimetri deasupra axei distanțelor. Poziția punctului A pe profilul longitudinal se obține la intersecția perpendicularei ridicate pe axa lungimilor cu perpendiculara pe axa cotelor care marchează valoarea

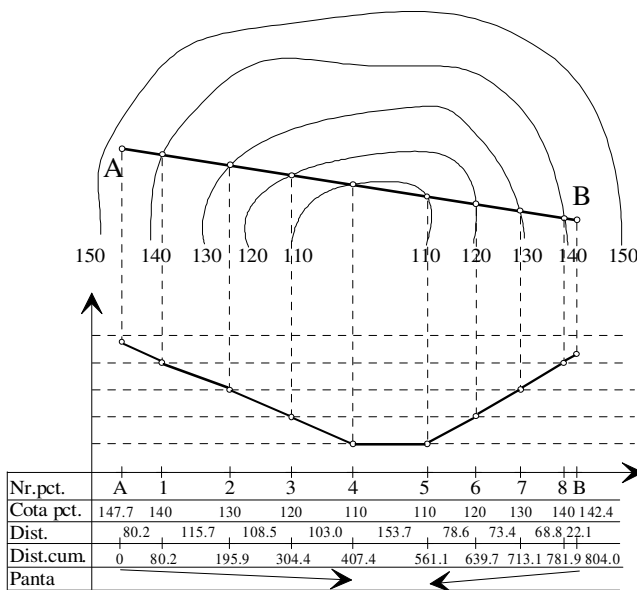


Figura Error! No text of specified style in document..11 - Intocmirea profilului longitudinal.

de cotei punctului A. Poziția celorlalte puncte se obține similar, la intersecția perpendicularelor pe cele două axe. Punctele astfel obținute pe profilul longitudinal se unesc prin linii drepte.

2.6 Determinarea suprafețelor pe harti și planuri.

O astfel de problema se rezolvă prin funcție de elemente geometrice ce se obțin prin măsurători pe hartă sau plan. În principiu, se pot folosi metode numerice, grafice sau mecanice, iar unele din metodele ce se vor descrie se pot folosi și pentru determinarea suprafețelor din teren.

2.6.1 Metodele numerice.

Aceste metode utilizează relații analitice, geometrice sau trigonometrice.

relațiile analitice se aplică în situația în care sunt cunoscute coordonatele rectangulare ale tuturor punctelor ce definesc conturul a cărui suprafață se cere determinată. Conturul se descompune în triunghiuri pornind de la unul din vârfurile conturului. Suprafața unui triunghi se determină prin calcularea unui determinant conținând pe primele două coloane coordonatele x și y ale vârfurilor triunghiului iar pe coloana a treia termenul 1. Pentru un triunghi cu vârfurile notate cu i, j, k se obține relația :

$$2S(i) = \begin{vmatrix} x_i & y_i & 1 \\ x_j & y_j & 1 \\ x_k & y_k & 1 \end{vmatrix} = x_i y_j + x_k y_i + x_j y_k - x_k y_j - x_j y_i - x_i y_k \quad [2.16]$$

Întreaga suprafață va rezulta ca suma suprafețelor triunghiurilor componente; prin însumarea și gruparea termenilor din relațiile de tipul de mai sus se obține o relație de tip generalizat de forma:

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}) \quad [2.17]$$

Prima sumă apare când gruparea termenilor se face după x_i , iar a doua când gruparea se face după y_i .

relațiile geometrice se aplică în situația în care conturul suprafeței de determinat se poate împărți în triunghiuri la care se cunosc numai elementele liniare, fie ca este vorba de baze și înalțimi, fie ca este vorba numai de laturi. În cazul în care se cunosc numai laturi, relația de calcul a suprafeței unui triunghi este:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad [2.18]$$

unde p este semiperimetrul, iar a, b și c sunt laturile unui triunghi. Suprafața totală va fi suma celor "n" triunghiuri componente.

Dacă se cunosc baze și înalțimi în triunghiurile în care s-a descompus conturul, relația de calcul a suprafeței unui triunghi va fi:

$$S = \frac{B \cdot I}{2} \tag{2.19}$$

unde B și I sunt baza respectiv înălțimea unui triunghi, iar suprafața conturului este dată de suma suprafețelor celor "n" triunghiuri componente.

relațiile trigonometrice se folosesc în situația în care în urma descompunerii conturului în triunghiuri, pentru acestea se cunosc atât elemente liniare cât și elemente unghiulare. Suprafața unui triunghi se va calcula în acest caz cu relații de tipul:

$$S = \frac{b \cdot c}{2} \sin A = \frac{a \cdot c}{2} \sin B = \frac{a \cdot b}{2} \sin C \tag{2.20}$$

iar suprafața conturului va rezulta ca suma suprafețelor triunghiurilor componente.

2.6.2 Metode grafice.

În situația în care nu dispunem de coordonatele punctelor, elementele necesare determinării suprafețelor urmând a se determina grafic, prin citire de pe plan. În acest context este evident că suprafața va fi cu atât mai precisă cu cât lungimile de pe plan sau harta vor fi mai precise, deci scara hărții va fi mai mare.

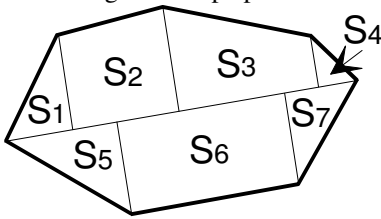


Figura Error! No text of specified style in document..12 - Descompunerea în triunghiuri

descompunerea în figuri geometrice simple, triunghiuri sau trapeze (figura 2.12) necesită măsurarea pe plan a bazelor și înălțimilor în cazul triunghiurilor, respectiv a bazelor mici, bazelor mari și înălțimilor în cazul trapezelor. Funcție de scara hărții, aceste lungimi se transformă în lungimi din teren ce vor fi utilizate la calcule.

Indiferent de figurile geometrice alese, se recomandă ca verificarea determinărilor să se facă alegându-se o altă variantă de descompunere, cu repetarea operațiilor privind determinarea lungimilor și apoi a suprafețelor, urmând ca rezultatele celor două determinări să se compare între ele.

metoda paralelelor echidistante sau metoda trapezelor se aplică pentru suprafețe alungite (figura 2.13). Pe o foaie de hârtie transparentă se trasează o rețea de linii paralele și echidistante. Se recomandă ca pentru o mai ușoară folosire, să se traseze și paralele situate la jumătatea distanțelor determinate de primele paralele.

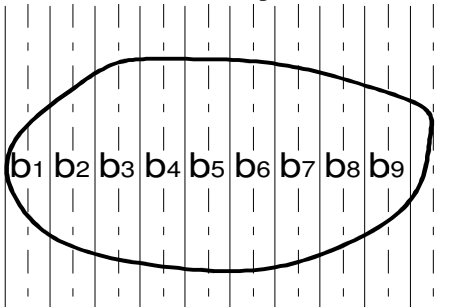


Figura Error! No text of specified style in document..13 - Metoda paralelelor echidistante.

Această rețea se suprapune peste conturul de pe plan. În urma acestei operațiuni, conturul de pe plan a fost descompus într-o succesiune de trapeze care vor avea toate înălțimile egale între ele iar baza mare a unui trapez devine baza mică în trapezul alăturat. Suprafața totală se obține însumând suprafețele trapezelor, adică :

$$S = a \cdot b_1 + a \cdot b_2 + \dots + a \cdot b_n \tag{2.21}$$

sau :

$$S = a \cdot \sum b_i \tag{2.22}$$

Dacă este cazul, la această valoare se adaugă suprafața rămasă dintr-un trapez incomplet. Pentru controlul determinării se procedează la o altă poziționare a rețelei de paralele și determinarea suprafeței funcție de aceeași înălțime a trapezelor, dar cu alte valori pentru b_i .

metoda patratelor module este folosită la determinarea suprafețelor cu contur neregulat. Pe o foaie de hârtie transparentă se construiește o rețea de pătrate cu latura "a" (figura 2.14). Se suprapune rețeaua de pătrate peste suprafața cu contur neregulat și se numără pătratele întregi, n_1 , apoi prin aproximare se determină n_2 , numărul pătratelor incomplete. Suprafața totală va fi deci :

$$S = a^2 (n_1 + n_2) \tag{2.23}$$

în care a^2 este suprafața unui pătrat. Pentru verificare, rețeaua se amplasează într-o altă poziție și se face o nouă determinare a suprafeței.

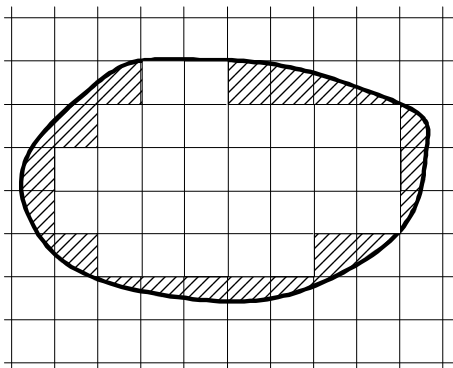


Figura Error! No text of specified style in document..14 - Metoda patratelor module

2.6.3 Metoda mecanica.

Ca și metodele grafice, metoda mecanica se folosește în situația în care nu dispunem de coordonatele punctelor de pe contur. Se va folosi în acest caz un instrument denumit planimetru. Funcție de construcție, acesta poate fi polar, cu disc, liniar sau digital. Principiul metodei este arătat în figura 2.15. Se poate vedea astfel că polul planimetrului este, în cazul descris în afara suprafeței de măsurat; se poate însă ca acest pol să fie situat și în interiorul suprafeței S.

Planimetrul polar se compune din bratul polar P și bratul trasor T sau bratul caruciorului, articulate între ele în punctul O. Bratul trasor T, de lungime reglabilă, urmărește cu un capăt prevăzut cu un vârf conturul suprafeței S, iar la celălalt capăt se înregistrează mișcarea stiletului pe conturul suprafeței prin intermediul unui contoar sau dispozitiv înregistrator. Polul bratului polar, cu lungime constantă, se fixează cu ajutorul polului. Dispozitivul de înregistrare mișcării planimetrului se compune dintr-un contoar și a ruletei integratoare. Citirile pe această ruletă se fac cu ajutorul unui vernier (figura 2.16).

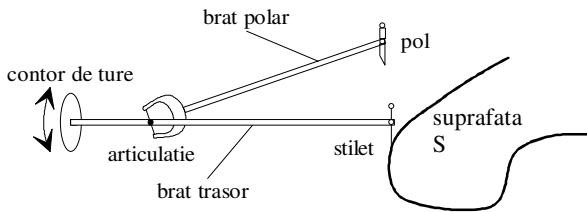


Figura Error! No text of specified style in document..15 - Schema de principiu a planimetrului polar.

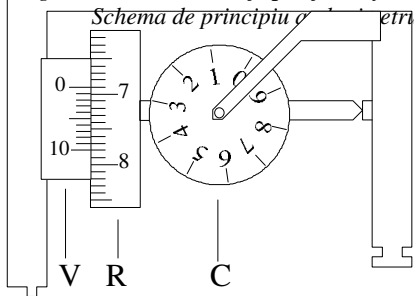


Figura Error! No text of specified style in document..16 - Construcția caruciorului.

Pentru determinarea mării suprafeței se pornește de la faptul că suprafața unei figuri oarecare, planimetrată, este egală cu suprafața unui dreptunghi de lungime egală cu lungimea L a bratului trasor și lățime egală cu o diviziune, r, a ruletei.

$$S = n \cdot (r \cdot L) \quad [2.24]$$

Din această relație se constată că unitatea de măsură folosită la planimetrul polar este egală cu 10^{-3} din $(r \cdot L)$, valoare ce provine din cele 10 diviziuni ale contoarului, 10 diviziuni ale ruletei și 10 diviziuni ale vernierului. Ea poartă denumirea de constantă de scară K_s , fiind funcție de scara planului și constantă pentru o lungime L a bratului trasor.

Valoarea numărului generator n din relația [2.24] se determină prin diferența între citirea finală C_f și citirea inițială C_i , citiri efectuate la sfârșitul, respectiv începutul parcurgerii conturului suprafeței S cu ajutorul stiletului. Dacă se înlocuiește $n = C_f - C_i$ în relația [2.24], se obține:

$$S = K_s (C_f - C_i) \quad [2.25]$$

În vederea determinării constantei de scară K_s , în trusa planimetrului polar există o rigletă ce permite ca prin fixarea stiletului pe unul din orificiile existente pe rigletă, să se parcurgă un cerc de rază dată. În acest caz suprafața cercului este cunoscută, iar prin efectuarea diferenței între citirile de la sfârșitul și de la începutul parcurgerii circumferinței cercului să se determine numărul generator, n. Utilizând relațiile [2.24] și [2.25], se poate scrie ca:

$$K_s = \frac{S}{C_f - C_i} = \frac{\pi r^2}{(C_f - C_i)_{mediu}} \quad [2.26]$$

Pentru o cât mai corectă valoare a diferenței citirilor $C_f - C_i$ se procedează la parcurgerea de mai multe ori a conturului și calculul unei valori medii a diferenței citirilor $(C_f - C_i)_{mediu}$. În situația când valoarea obținută pentru constanta de scară nu este o valoare întreagă (2, 5, 10, 20) se calculează o nouă lungime a bratului trasor L' cu relația:

$$L' = \frac{L}{K_s} \cdot K'_s \quad [2.27]$$

unde K'_s este noua constantă de scară având o valoare întreagă. După fixarea noii lungimi a bratului L', se procedează la o verificare și eventual reajustare a planimetrului.

În cazul în care suprafața de planimetrat este mare, este posibil ca polul planimetrului să fie amplasat în interiorul suprafeței. Relația de calcul în acest caz va fi:

$$S = (C \pm n) K_s \quad [2.28]$$

în care C reprezintă constanta planimetrului și este egală cu suprafața cercului de bază funcție de lungimea bratelor, valoarea constantei fiind dată în fișa tehnică a planimetrului. Semnele + sau - se folosesc funcție de poziția reciprocă a suprafeței de planimetrat și a cercului de bază. Dacă cercul de bază este în interiorul suprafeței se folosește semnul +, iar dacă cercul de bază este în exteriorul suprafeței se folosește semnul -.

Pentru ca planimetrarea să fie corectă, se impune respectarea următoarelor reguli:

Capitolul 2 – Hărți și planuri

- planul sau harta se fixeaza pe o planseta orizontala si neteda;
- bratele planimetrului sa formeze unghiuri cuprinse între 30° si 150°;
- ruleta se va deplasa pe o suprafata suficient de rugoasa pentru a asigura o aderenta optima;
- deplasarea stiletului în sens orar pe conturul suprafetei conduce la obtinerea de valori pozitive ale suprafetelor determinate, în timp ce deplasarea în sens antiorar conduce la determinari negative.

Marimea suprafetei determinata mecanic este afectata de o serie de erori care depind de scara planului, metoda de planimetrare si marimea suprafetei. Toate aceste erori vor trebui sa fie mai mici cel mult egale cu toleranta admisa T_s . Pentru determinari ale aceleasi suprafete, se impune o toleranta de :

$$T_s \leq 0,02\sqrt{S}, [cm^2] \quad [2.29]$$

iar daca se tine cont de scara planului, toleranta este data de relatia :

$$T_s \leq 0,0002 \cdot n \cdot \sqrt{S}, [m^2] \quad [2.30]$$