ASPECTE GENERALE

1.1. UNITĂȚI DE MĂSURĂ UTILIZATE ÎN TOPOGRAFIE

Topografia (în greacă: *τόπος*, topos - loc, *γραφία*, grafie - scriere) reprezintă disciplina care se ocupă cu studiul, măsurarea şi reprezentarea pe planuri şi hărți a unei suprafețe terestre restrânse cu formele de relief, cu folosințele și construcțiile existente, fără a ține cont de curbura Pământului.

Sistemul de unități de măsură utilizat în România în mod oficial este Sistemul internaţional de unităţi de măsură (SI), care se bazează pe următoarele unităţi fundamentale: metrul, kilogramul, secunda, amperul, gradul Kelvin şi candela.

1.1.1. Unități de măsură pentru lungimi

În sistemul internaţional de unităţi de măsură pentru distanţe, unitatea fundamentală este metrul (m).
În prezent, metrul este definit ca fiind a 299 792 458 - a parte a distanţei parcurse de lumină, în vid, într-o secundă.
La măsurarea distanţelor se foloseşte metrul cu submultiplii: decimetrul (dm); centimetrul (cm) şi milimetrul (mm) şi cu multiplii: decametrul (dam); hectometrul (hm) şi kilometrul (km):

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1\ 000 \text{ mm}$$
$$1 \text{ m} = 0{,}1 \text{ dam} = 0{,}01 \text{ hm} = 0{,}001 \text{ km}$$

Sistemul metric a fost introdus în timpul domniei lui Alexandru Ioan Cuza, până atunci utilizând-se pentru măsurarea lungimilor următoarele unități de măsură:

- în **Muntenia**, s-au utilizat palma, stânjenul şi prăjina:
  - 1 palmă Şerban Vodă = 0,246m;
  - 1 stânjen Șerban Vodă = 8 palme = 1,97m;
  - 1 prăjină Şerban Vodă = 24 palme = 3 stânjeni = 5,90m.
- în **Moldova**, s-au folosit stânjenul şi prăjina:
  - 1 stânjen moldovenesc = 2,23m;
  - 1 prăjină moldovenească = 4 stânjeni moldoveneşti = 8,92m.
- în **Ardeal, Banat şi Bucovina**, s-a utilizat până în anul 1918 stânjenul vienez sau Klafterul:
  - 1 stânjen vienez = 6 picioare = 1,89m.

1.1.2. Unități de măsură pentru suprafețe

În sistemul internaţional de unităţi de măsură pentru suprafeţe, unitatea fundamentală este metrul pătrat (m^2 sau m.p.) cu submultiplii: decimetrul pătrat (dm^2); centimetrul pătrat (cm^2) şi milimetrul pătrat (mm^2) şi multiplii: arul (ar); hectarul (ha) şi kilometrul pătrat (km^2 sau kmp):

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\ 000 \text{ cm}^2 = 1\ 000\ 000 \text{ mm}^2$$
$$1 \text{ ar} = 100 \text{m}^2$$
$$1 \text{ km}^2 = 1\ 000\ 000 \text{ m}^2 = 10\ 000 \text{ ari} = 100 \text{ ha}$$
$$1 \text{ ha} = 10\ 000 \text{m}^2 = 100 \text{ari}$$

În documentele cadastrale vechi se menționează următoarele unități de măsură ce au fost utilizate la măsurarea suprafețelor, până la introducerea sistemului metric:

- în **Muntenia**, s-au folosit următoarele unităţi de măsură:

1 stânjen pogonesc = 3,8670m^2;
1 prăjină pogonească = 54 stânjeni pătraţi = 208,82m^2;
1 pogon = 1296 stânjeni pătraţi = 144 prăjini pătrate = 5 011,78m^2.

• în **Moldova**, s-au utilizat următoarele unităţi de măsură:
1 stânjen fălcesc = 4,9729m^2
1 prăjină fălcească = 36 stânjeni pătraţi = 179,02m^2
1 falce = 2880 stânjeni pătraţi = 80 prăjini fălceşti = 14 321,90m^2.

• în **Ardeal, Banat şi Bucovina**, s-au folosit următoarele unităţi de măsură:
1 stânjen vienez pătrat = 3,59m^2;
1 jugăr mic = 1 200 stânjeni pătraţi = 4 316m^2 = 0,43ha;
1 jugăr cadastral = 1 600 stânjeni pătraţi = 5 754,64m^2 = 0,58ha.

1.1.3. Unităţi de măsură pentru unghiuri

În ridicările topografice, unghiurile orizontale şi verticale se măsoară în grade, minute şi secunde sexagesimale sau centezimale.
În sistemul sexagesimal, cercul este divizat în 360 părţi (360°), gradul în 60 minute (l°=60'), iar minutul în 60 secunde (l'=60").
În sistemul centezimal, cercul este divizat în 400 părţi (400^g), gradul în 100 minute (1^g=100^c), iar minutul în 100 secunde (1^c =100^{cc}).
Sistemul centezimal prezintă avantajul că valoarea unui unghi $\beta = 47^g54^c97^{cc}$ se poate scrie şi sub formă de fracţie zecimală $\beta = 47^g,5497$, ceea ce facilitează o serie de avantaje în procesul de prelucrare a datelor cu ajutorul calculatoarelor electronice.
În sistemul internaţional (SI), unitatea de măsură pentru unghiuri este radianul, fiind definit ca unghiul la centru ce corespunde unui arc de cerc egal cu raza cercului.

1.2. TRANSFORMAREA VALORILOR UNGHIULARE DIN GRADE SEXAZECIMALE ÎN GRADE CENTEZIMALE ȘI INVERS

Metoda clasică de transformare foloseşte factorii de transformare foloseşte factorii de transformare ρ.
ρ reprezintă valoarea unghiului de 1 radian în diverse unităţi de măsură.
Cunoscând valoarea în radiani (2π) a unui cerc (360^0 sau 400^g) putem calcula ρ:

$$\rho^\circ = \frac{360^\circ}{2\pi} \cong 57^\circ,2958 \qquad \rho^g = \frac{400^g}{2\pi} \cong 63^g,6620$$

$$\rho' = \frac{(360\cdot 60)'}{2\pi} \cong 3437',75 \qquad \rho^c = \frac{(400\cdot 100)^c}{2\pi} \cong 6366^c,20$$

$$\rho'' = \frac{(360\cdot 60\cdot 60)''}{2\pi} \cong 206265'' \qquad \rho^{cc} = \frac{(400\cdot 100\cdot 100)^{cc}}{2\pi} \cong 636620^{cc} \tag{1.1}$$

Pentru transformarea dintr-un sistem metric în altul (din sexazecimal în centezimal) se calculează factorul de transformare **c**. Acesta reprezintă valoarea în grade nonius a unghiului plan de 1^g.

$$c = \frac{360^\circ}{400^g} = \frac{0,9^\circ}{1^g} \tag{1.2}$$

1.3. CERCUL TRIGONOMETRIC. CERCUL TOPOGRAFIC

1.3.1. Cercul trigonometric

Este utilizat în vederea extinderii proprietăţilor funcţiilor trigonometrice uzuale valabile într-un triunghi dreptunghic, pentru orice valori ale unghiurilor.

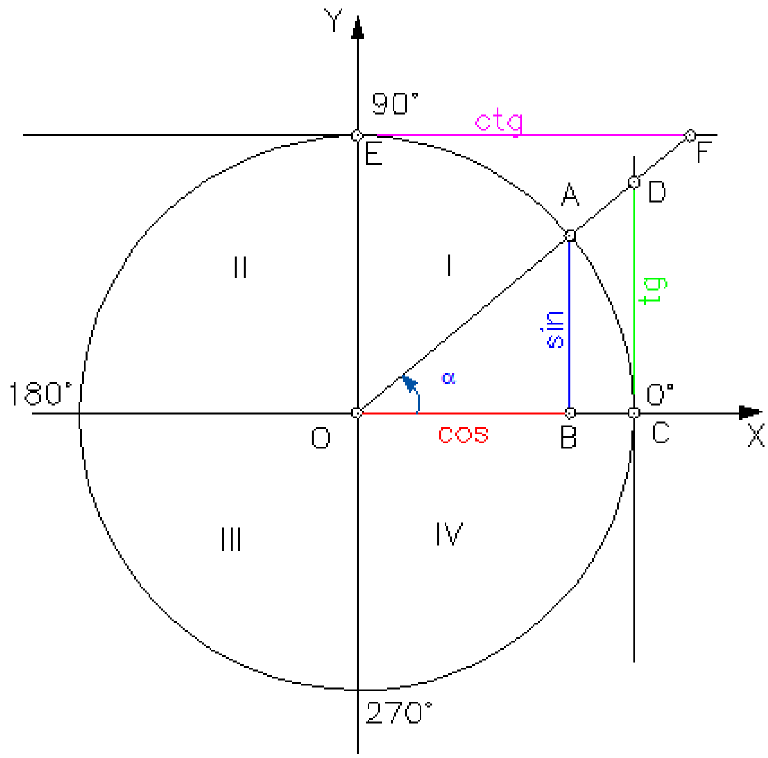

Fig.1.1. Cercul trigonometric

Caracteristicile cercului trigonometric sunt:

- sensul de măsurare a unghiurilor este invers acelor de ceasornic (direct trigonometric);
- sensurile pozitive ale axelor de coordonate *XOY* şi ale dreptelor ajutătoare tg şi ctg sunt prezentate în figură;
- sinusul este proiecţia razei vectoare cu axa *Oy* ($\overline{AB}$);
- cosinusul este proiecţia razei vectoare pe axa *Ox* ($\overline{OB}$);
- tangenta este segmentul de pe dreapta tangentelor aflat între originea unghiurilor *a* şi intersecţia cu raza vectoare ($\overline{OD}$);
- cotangenta este segmentul de pe dreapta cotangentelor aflat între punctul *E* şi intersecţia cu raza vectoare ($\overline{OF}$).

1.3.2. Cercul topografic

Este adaptarea cercului trigonometric la necesităţile topografice, unde sensul de măsurare al orientărilor şi sensul de divizare a cercurilor gradate al instrumentelor este sensul orar (invers trigonometric). Originea orientărilor, direcţia Nord, se reprezintă în plan printr-o verticală.

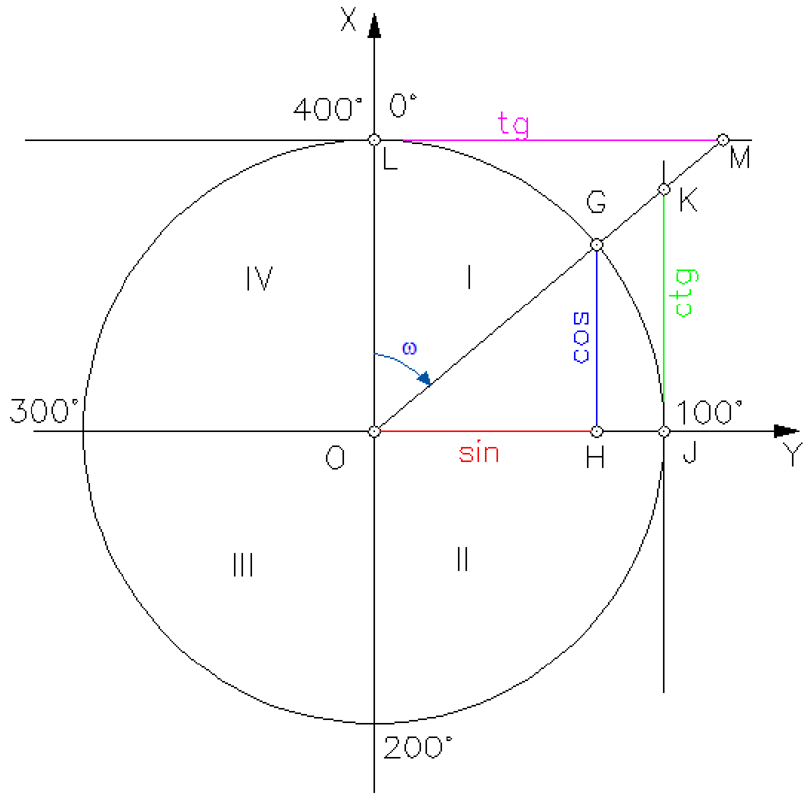

Fig.1.2. Cercul topografic

Definiţiile şi proprietăţile funcţiilor trigonometrice se păstrează neschimbate dacă se construieşte cercul topografic astfel:
- originea unghiurilor este axa *OX,* iar sensul pozitiv, numit topografic este cel orar;
- axa OX este verticală, axa OY este orizontală, cu sensurile pozitive conform figurii de mai sus;
- dreptele tangentelor şi cotangentelor îşi schimbă locurile;
- axele pe care se reprezintă grafic valoarea funcţiilor trigonometrice îşi păstrează denumirile: sinusurile pe axa *OY,* cosinusurile pe *OX.*

Pentru măsurarea unghiurilor se utilizează ca unitate de măsură gradul sexagesimal şi submultiplii lui, sau gradul centezimal şi submultiplii lui.
Utilizarea stațiilor totale și a calculatoarelor performante a făcut posibilă utilizarea în acelați aparat atât a gradelor sexagesimale cât și a celor centezimale, cu posibilitatea de a alege. Datele sunt descărcate în calculator și prelucrate apoi cu programe speciale.

ELEMENTELE TOPOGRAFICE ALE TERENULUI

Pentru reprezentarea pe planuri topografice a elementelor ce formează conturul diferitelor parcele topografice, cu sau fără construcţii, se aleg pentru proiecţia respectivă numai punctele şi liniile caracteristice de pe diferite limite şi detalii naturale sau artificiale.

Punctelele topografice sunt acele puncte din teren materializate sau nu care caracterizează poziția și forma detaliilor topografice (obiecte naturale sau artificiale din teren) sau concură la determinarea poziției altor puncte topografice.

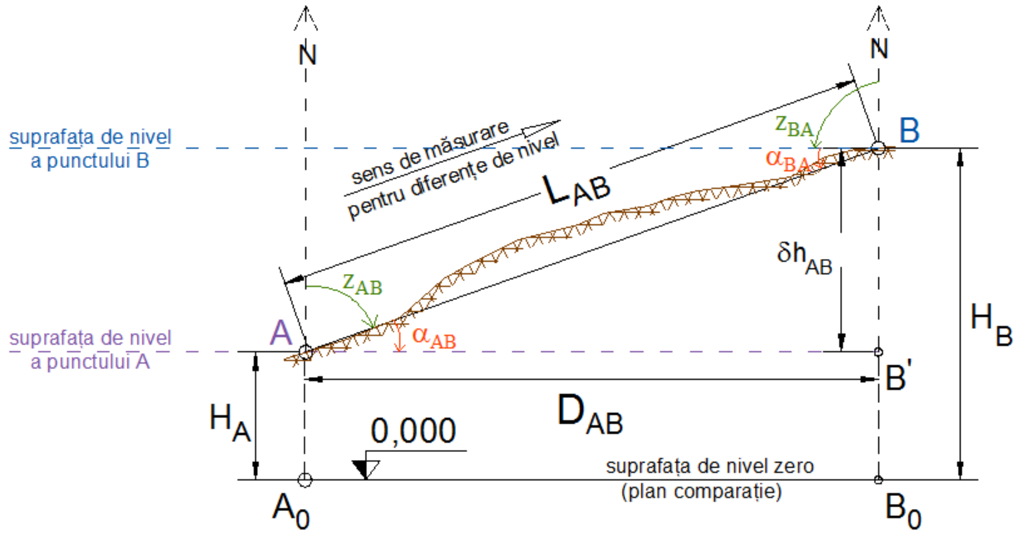

Fig.2.1. Elementele topografice ale terenului

Aliniamentul este urma intersecţiei suprafeţei terenului cu un plan vertical ce trece prin doua puncte topografice A şi B. Dacă punctele A şi B sunt apropiate, aliniamentul se poate aproxima cu dreaptă ce uneşte aceste două puncte.

Distanţa înclinată este lungimea dreptei din spaţiu care uneşte două puncte topografice A şi B (L_{AB}):

$$L_{AB} = \overline{AB} \tag{2.1}$$

Suprafaţa de nivel este o suprafaţă normală în orice punct al ei la direcţia gravităţii. Suprafaţa de nivel zero este aproximativ suprafaţa de echilibru a mărilor şi oceanelor. Se foloseşte ca suprafaţă de referinţă a altitudinilor (cotelor) în nivelment.

Altitudinea (Cota absolută) este distanţa verticală între suprafaţa de referinţă şi suprafaţa de nivel a punctului considerat.

$$H_A = \overline{A_0 A} \qquad \text{şi} \qquad H_B = \overline{B_0 B} \tag{2.2}$$

Diferenţa de nivel este distanţa verticală între suprafeţele de nivel a două puncte A şi B (δh_{AB}).
Diferenţa de nivel poate fi pozitivă sau negativă, în funcţie de altitudinea punctului şi sensul considerat, dacă $H_B > H_A$, atunci $\delta h_{AB} = H_B - H_A$ este pozitivă, dar $\delta h_{BA} = H_A - H_B$ este negativă.

Unghiul vertical este unghiul care măsoară înclinarea dreptei ce trece prin punctele A şi B faţă de orizontala (α_{AB} = unghi de pantă) sau faţă de verticală (z_{AB} = unghi zenital).
Diferă ca mărime sau semn în funcţie de sensul considerat:

$$\begin{aligned} \alpha_{BA} &= -\alpha_{AB} \\ z_{BA} &= 200^g - z_{AB} \end{aligned} \tag{2.3}$$

Relaţia între cele două feluri de unghiuri este:

$$\alpha_{AB} + z_{AB} = \alpha_{BA} + z_{BA} = 100^g \tag{2.4}$$

<u>Distanţa orizontală</u> este lungimea proiecţiei ortogonale a dreptei *A-B* din spaţiu pe un plan orizontal:

$$D_{AB} = \overline{A_0B_0} = \overline{AB} \tag{2.5}$$

Se poate măsura direct sau determina prin calcul dacă se cunoaşte (prin măsurare) lungimea înclinată şi diferenţa de nivel:

$$D_{AB} = L_{AB} \cdot \sin z_{AB} = L_{AB} \cdot \cos\alpha_{AB}$$
$$D_{AB} = \sqrt{L_{AB}^2 - \delta h_{AB}^2} \tag{2.6}$$

<u>Panta terenului</u> este înclinarea dreptei care uneşte două puncte *A* şi *B* faţă de orizontală, exprimată prin raportul între diferenţa de nivel şi distanţa orizontală a celor două puncte.

$$p = \frac{\overline{BB'}}{\overline{AB'}} = \frac{\delta h_{AB}}{D_{AB}} \tag{2.7}$$

De regulă, panta terenului se mai exprimă în procente şi în promile (pentru exprimarea pantelor la proiectarea căilor ferate): (%; ‰).

$$p[\%] = p \cdot 100$$
$$p[‰] = p \cdot 1000 \tag{2.8}$$

De fapt, panta este tangenta trigonometrică a unghiului vertical α:

$$p = \frac{\delta h_{AB}}{D_{AB}} = tg\alpha \tag{2.9}$$

<u>Unghiul orizontal</u> este unghiul diedru format de proiecţiile ortogonale a două drepte din teren $\overline{S1}$ şi $\overline{S2}$ într-un plan orizontal.

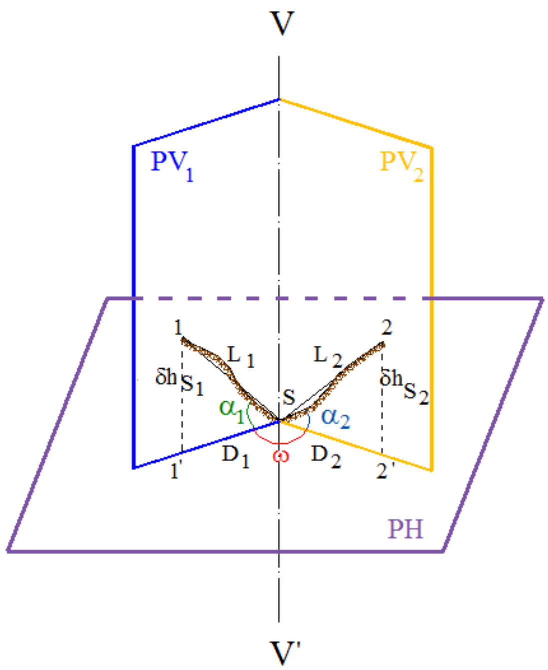

Fig.2.2. Unghi orizontal. Direcţii orizontale

Direcţiile sunt tot unghiuri orizontale care au aceeaşi origine (*Fig.2.2* – direcţiile *L*). Unghiurile orizontale se pot exprima ca diferenţe a câte două direcţii, de exemplu:

$$\omega_{12} = dir_{S2} - dir_{S1} \tag{2.10}$$

<u>Orientarea topografică</u>

Pentru două puncte A şi B orientarea laturii este unghiul orizontal format între acea axă a sistemului de coordonate care are direcţia spre Nord şi latura $\overline{AB}$, măsurat în sens topografic (orar) (*Fig.2.3*).

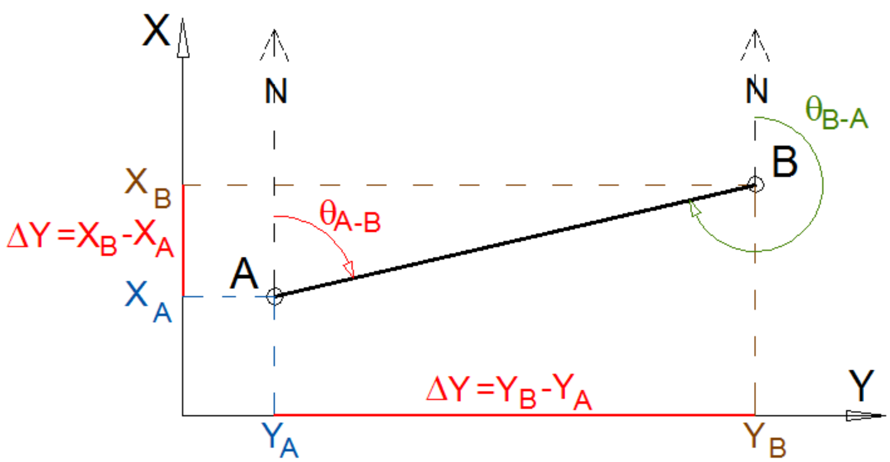

Fig.2.3.Orientarea directă. Orientarea inversă

Pe suprafeţe limitate ca întindere, direcţiile Nord ale diverselor puncte sunt practic paralele între ele, unghiul de convergenţă al meridianelor putând fi neglijat.

Unghiul orizontal θ_{BA} se numeşte orientarea inversă a direcţiei *A-B* şi se determină cu relaţia:

$$\theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 200^g \tag{2.11}$$

Punctele A şi B (*Fig.2.3*) sunt de fapt proiecţiile într-un plan orizontal a punctelor respective din spaţiu.

$$tg\theta_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} \Rightarrow \theta_{AB} = arctg\frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \tag{2.12}$$

<u>Coordonate rectangulare</u>, individualizează poziţia în plan orizontal a punctelor topografice prin abscisa (Y) şi ordonata (X) proiecţiei punctelor în planul de referinţă (*Fig.2.4*). Orientarea axei OX din suprafaţa de referinţă este de regulă direcţia Nord.

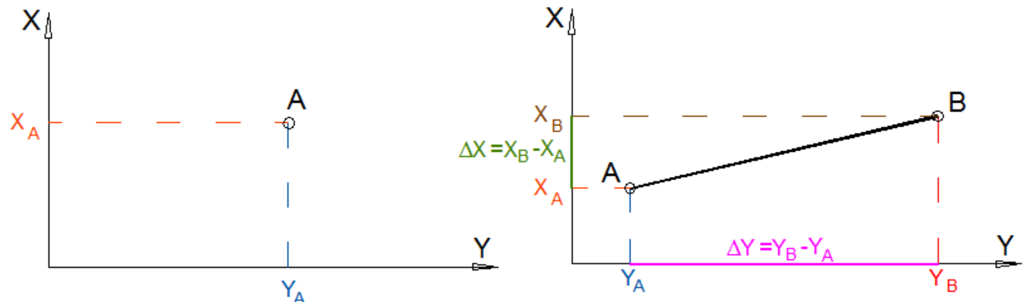

Fig.2.4.
Coordonate rectangulare

Coordonatele rectangulare se mai numesc şi coordonate absolute plane.

<u>Coordonatele relative</u> sunt lungimile proiecțiilor pe axele O_X și O_Y a distanțelor orizontale între două puncte (ΔX_{AB} și ΔY_{AB}).
Se pot calcula și din elementele măsurate δx și δy sau din coordonatele absolute ΔX și ΔY:

$$\begin{aligned} \delta x_{AB} &= D_{AB} \cdot \cos\theta_{AB} \\ \delta y_{AB} &= D_{AB} \cdot \sin\theta_{AB} \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} X_B &= X_A + \delta x_{AB} \\ Y_B &= Y_A + \delta y_{AB} \end{aligned}$$

sau:

$$\begin{aligned} \Delta x_{AB} &= X_B - X_A \\ \Delta y_{AB} &= Y_B - Y_A \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta x_{AB} \\ Y_B &= Y_A + \Delta y_{AB} \end{aligned} \tag{2.13}$$

<u>Coordonatele polare</u> reprezintă o distanță orizontală notată D_{SP} (rază polară) și un unghi orizontal ω_P (unghi polar), care definesc poziția unui punct P față de un alt punct S și o direcție de referință SA dată.
Cunoscând Θ_{SA} (orientarea de referință) și coordonatele rectangulare ale punctului S se pot calcula coordonatele absolute ale punctului P:

$$\begin{aligned} \theta_{SP} &= \theta_{SA} + \omega_P \\ \theta_{SA} &= arctg\frac{\Delta Y_{SA}}{\Delta X_{SA}} = \frac{Y_S - Y_A}{X_S - X_A} \\ X_P &= X_S + D_{SP} \cdot \cos\theta_{SP} \\ Y_P &= Y_S + D_{SP} \cdot \sin\theta_{SP} \end{aligned} \tag{2.14}$$

Transformarea inversă se va face astfel:

$$\theta_{SP} = arctg \frac{\Delta Y_{SP}}{\Delta X_{SP}} = \frac{Y_S - Y_P}{X_S - X_P}$$
$$\theta_{SA} = arctg \frac{\Delta Y_{SA}}{\Delta X_{SA}} = \frac{Y_S - Y_A}{X_S - X_A}$$
$$\Rightarrow \omega_P = \theta_{SP} - \theta_{SA}$$
$$D_{SP} = \sqrt{\Delta X_{SP}^2 + \Delta Y_{SP}^2} = \sqrt{(X_S - X_P)^2 + (Y_S - Y_P)^2} \tag{2.15}$$

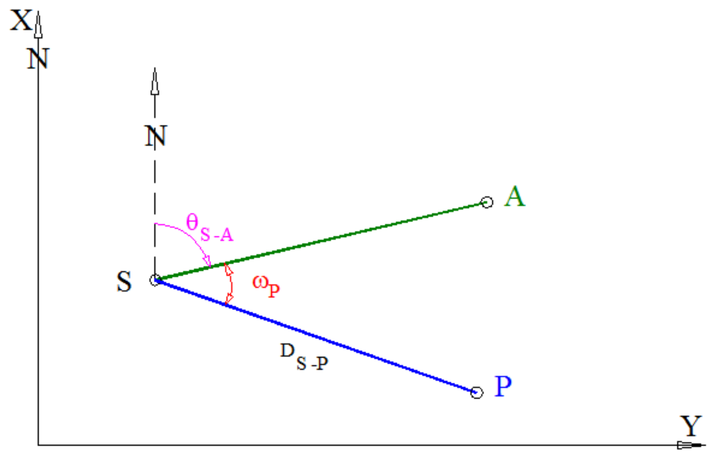

Fig. 2.5. Reprezentarea coordonatelor polare

ORIENTAREA TOPOGRAFICĂ

În Topografie, pentru a determina poziția detaliilor topografice, reprezentate pe hărți și planuri topografice, față de o direcție de referință, se definește un element topografic foarte important denumit **orientare topografică**.

Pentru două puncte *A* şi *B* orientarea laturii este unghiul orizontal format între acea axă a sistemului de coordonate care are direcţia spre Nord şi latura $\overline{AB}$, măsurat în sens topografic (orar) (*Fig.3.1*).

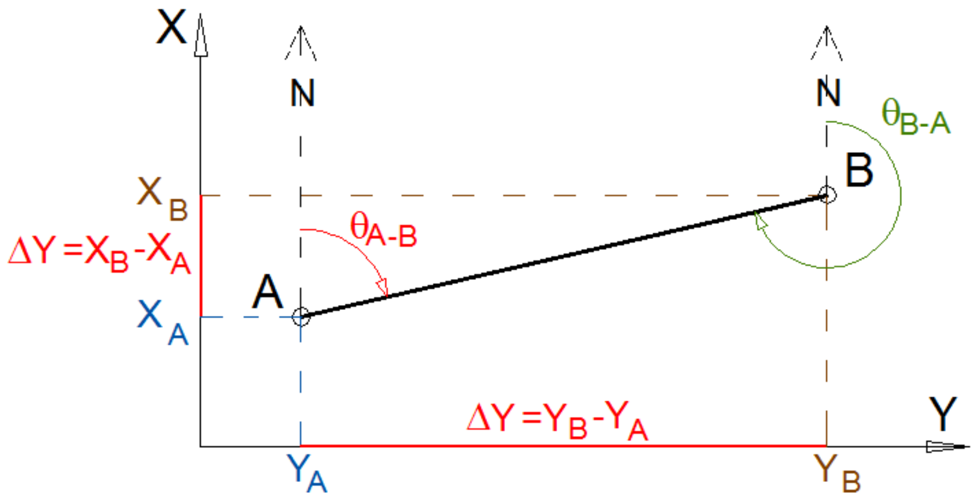

Fig.3.1.Orientarea directă. Orientarea inversă

Unghiul orizontal θ_{BA} se numeşte orientarea inversă a direcţiei *A-B* şi se determină cu relaţia:

$$\theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 200^g \tag{3.1}$$

Punctele *A* şi *B* (*Fig.3.1*) sunt de fapt proiecţiile într-un plan orizontal a punctelor respective din spaţiu.

$$tg\theta_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} \Rightarrow \theta_{AB} = arctg\frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \tag{3.2}$$

Pozițiile punctelor A și B pot fi situate în cele patru cadrane al cercului topografic (*Fig. 3.2*):

Cadranul I: $\dfrac{\Delta Y_{AB} > 0}{\Delta X_{AB} > 0} \Rightarrow \left(\dfrac{+}{+}\right)$

Cadranul II: $\dfrac{\Delta Y_{AB} > 0}{\Delta X_{AB} < 0} \Rightarrow \left(\dfrac{+}{-}\right) \Rightarrow \theta_{AB-final} = \theta_{AB} + 200^g$

Cadranul III: $\dfrac{\Delta Y_{AB} < 0}{\Delta X_{AB} < 0} \Rightarrow \left(\dfrac{-}{-}\right) \Rightarrow \theta_{AB-final} = \theta_{AB} + 200^g$

Cadranul IV: $\dfrac{\Delta Y_{AB} < 0}{\Delta X_{AB} > 0} \Rightarrow \left(\dfrac{-}{+}\right) \Rightarrow \theta_{AB-final} = \theta_{AB} + 400^g$

(3.3)

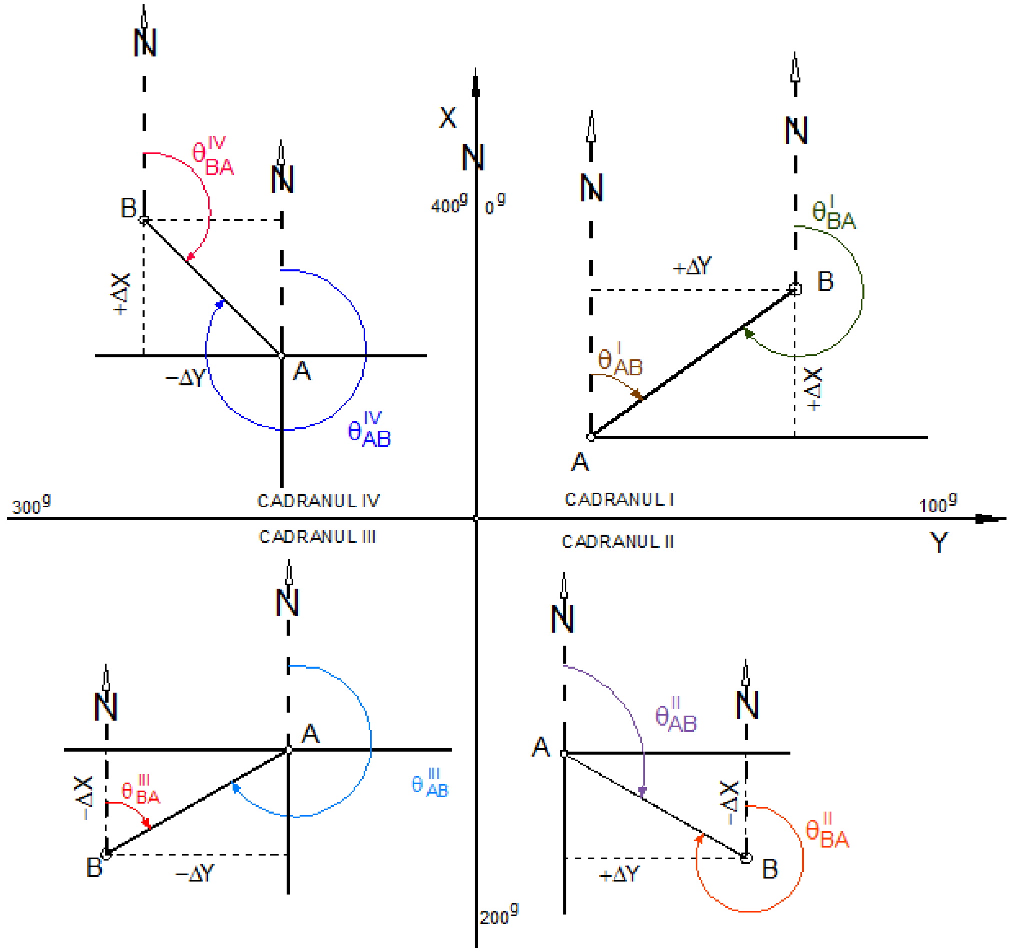

Fig.3.2. Reprezentarea orientărilor directe şi inverse în cele patru cadrane

3.1. REDUCEREA ORIENTĂRILOR LA PRIMUL CADRAN

Este modalitatea de a rezolva următoarele aspecte:

a) **problema directă**, de a afla valoarea şi semnul funcţiilor trigonometrice când se dau unghiuri în diverse cadrane şi se utilizează pentru calcul tabele trigonometrice, construite doar pentru primul cadran;

b) **problema inversă**, de a calcula unghiurile din întreg cercul când se cunosc semnul şi valoarea funcţiilor.

Un unghi θ este redus la primul cadran prin scăderea a 1,2, sau 3 cadrane, respectiv 100^g, 200^g sau 300^g, astfel ca unghiul rămas ω să fie cuprins între 0^g şi 100^g.

În funcţie de acest unghi, funcţiile trigonometrice se exprimă astfel (*Fig.3.3*):

- cadranul II: $\omega_2 = \theta_2 - 100^g$
- cadranul III: $\omega_3 = \theta_3 - 200^g$
- cadranul IV: $\omega_4 = \theta_4 - 300^g$ (3.4)

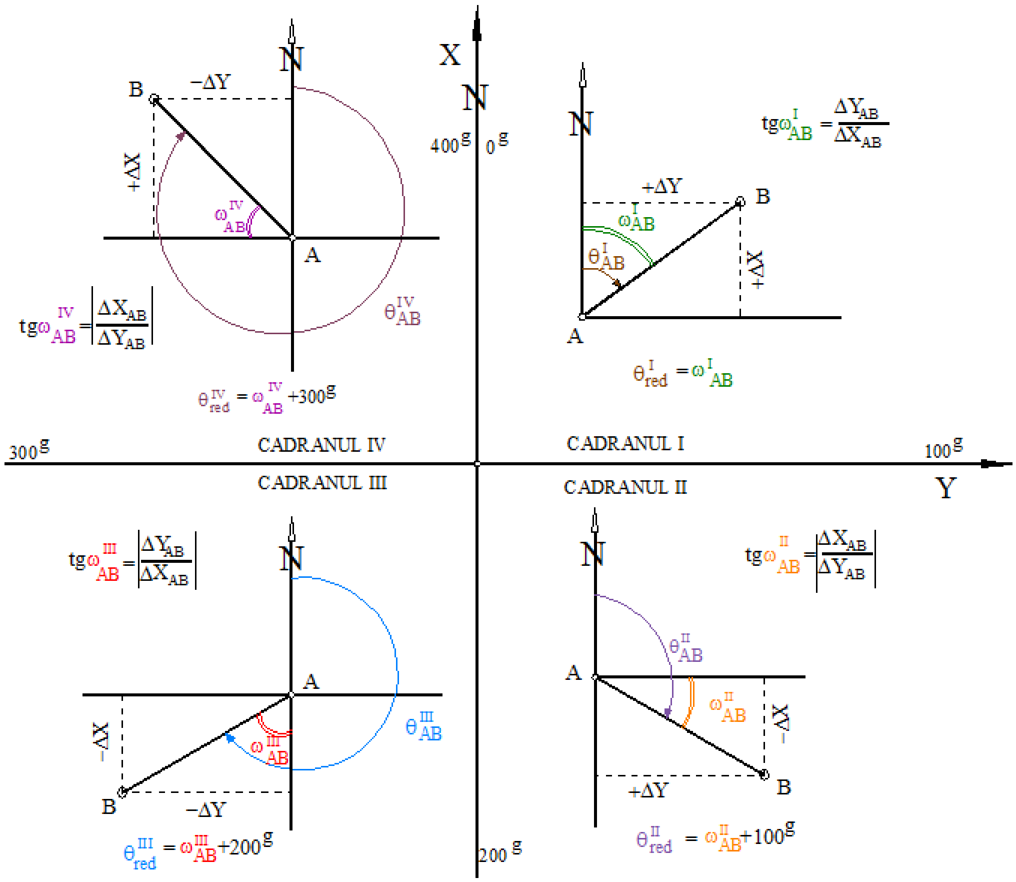

Fig.3.3. Reducerea la primul cadran

Tabel 3.1 – Reducerea unghiurilor la primul cadran

Funcție trig.	**Cadran I** ***($0^g<\theta<100^g$)***	**Cadran II** ***($100^g<\theta<200^g$)***	**Cadran III** ***($200^g<\theta<300^g$)***	**Cadran IV** ***($300^g<\theta<400^g$)***
	$\theta = \omega$	$\theta = \omega + 100^g$	$\theta = \omega + 200^g$	$\theta = \omega + 300^g$
$sin\theta$	$+sin\ \omega$	$+cos\ \omega$	$-sin\ \omega$	$-cos\ \omega$
$cos\theta$	$+cos\ \omega$	$-sin\ \omega$	$-cos\ \omega$	$+sin\ \omega$
$tg\theta$	$+tg\ \omega$	$-ctg\ \omega$	$+tg\ \omega$	$-ctg\ \omega$
$ctg\theta$	$+ctg\ \omega$	$-tg\ \omega$	$+ctg\ \omega$	$-tg\ \omega$

HĂRŢI ŞI PLANURI TOPOGRAFICE

Hărţile şi planurile topografice sunt reprezentări grafice convenţionale, pe care se prezintă elemente de planimetrie şi de relief ale suprafeţei terestre, în mod generalizat sau detaliat, funcţie de scara de redactare şi de alte criterii.

Harta topografică este reprezentarea plană, convenţională, micșorată a unei suprafeţe terestre mari, care ţine seama de forma curbă a Pământului.
Din punct de vedere al conţinutului, hărţile topografice redau în mod generalizat detaliile planimetrice şi nivelitice ale suprafeţei topografice, prin diferite semne convenţionale.

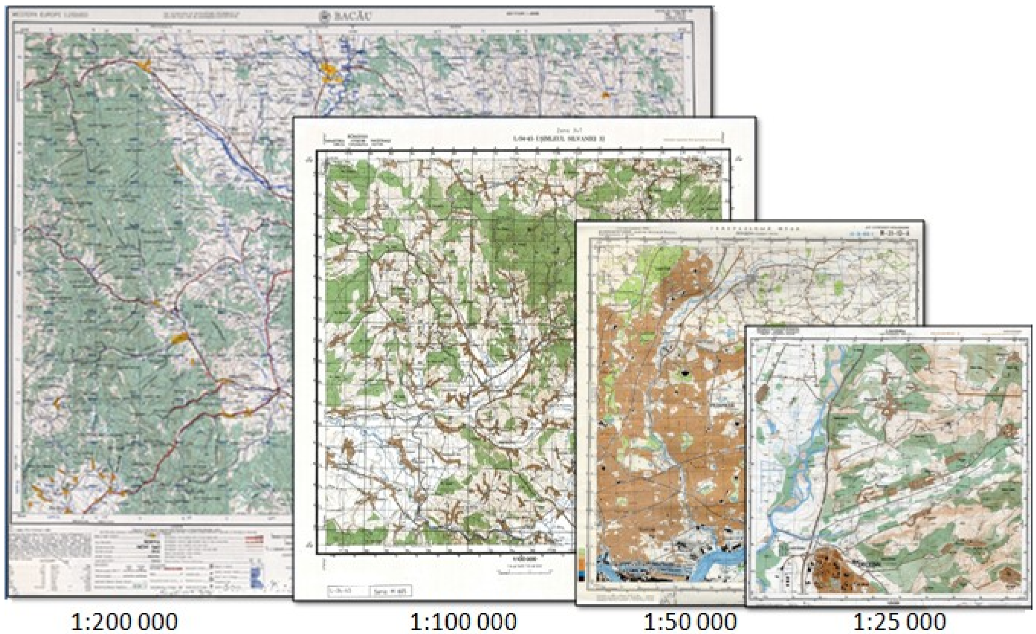

Fig.4.1. Hărți topografice

Semnele convenţionale sunt simboluri ce marchează pe hartă sau plan poziţiile unor obiecte sau fenomene, dar şi caracteristicile calitative şi cantitative ale acestora.

Planul topografic este reprezentarea plană convenţională a unei suprafeţe de teren mai restrânse, care se întocmeşte la scări mai mari sau egale cu 1:10000, unde curbura Pământului se neglijează.

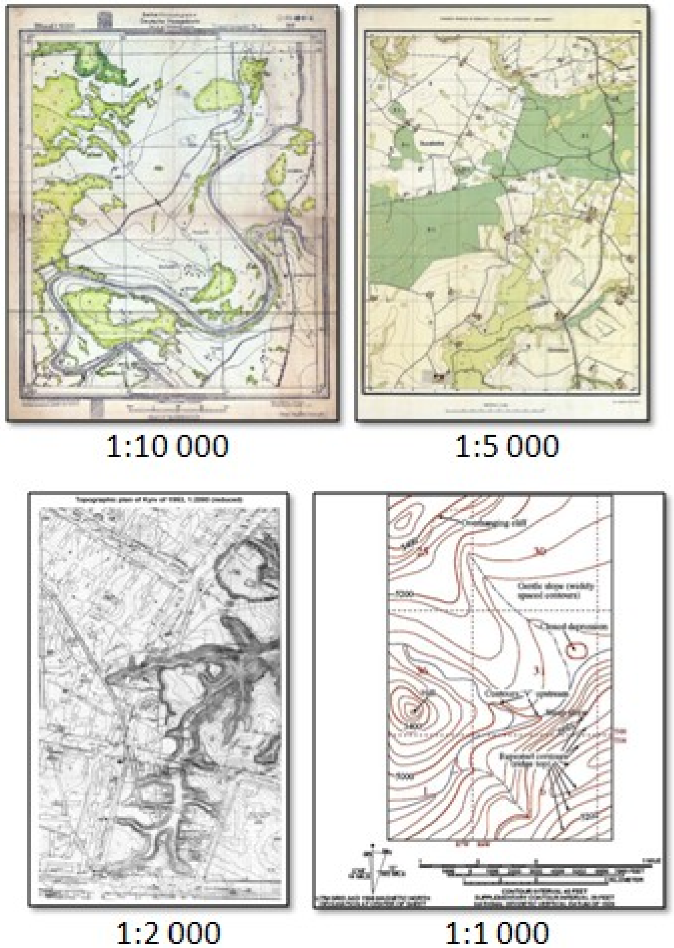

Fig.4.2. Planuri topografice

În funcţie de scară se definesc următoarele grupe de hărţi şi planuri:

- Hărţi la scări mici, se redactează la scări mai mici sau egale cu 1:1000000.
- Hărţi la scări medii, se redactează la scările: 1:50000; 1:100000; 1:200000 şi 1:500000.
- Hărţi la scări mari, se redactează la scările 1:25000 şi 1:20000.
- Planuri topografice de bază, la scările 1:10000 şi 1: 1000.
- Planuri topo-cadastrale de bază, la scările 1:10000; 1:5000 şi 1:2000.
- Planuri topografice de situaţie, la scările 1:2000 sau 1:1000.
- Planuri topografice urbane, la scările 1:1000 şi 1:500.
- Planuri de detaliu la scările 1:200; 1:100 şi 1:50.

3.1. SCĂRI TOPOGRAFICE

Lungimile măsurate pe teren, reduse la orizont, se reprezintă pe hărţi şi planuri prin reducerea lor de un număr de ori.

Scara topografică este raportul constant dintre o distanţă măsurată pe hartă sau pe plan şi corespondenta distanţei orizontale din teren, ambele fiind exprimate în aceeaşi unitate de măsură. Din punct de vedere practic se folosesc două feluri de scări: numerice şi grafice.

Scări numerice:

Scara numerică se exprimă sub forma unei fracţii ordinare (1/N) sau sub forma unei împărţiri (1:N). La scările de micşorare folosite în topografie, numărătorul este întotdeauna egal cu o unitate (unu), iar numitorul (N) este un număr întreg şi pozitiv, care arată de câte ori distanţele orizontale din teren sunt mai mari decât distanţele corespunzătoare, reprezentate pe harta sau planul respectiv.
Cu alte cuvinte, numitorul scării (N) indică de câte ori s-au micşorat lungimile din teren pentru a fi transpuse pe plan sau hartă. Dacă numitorul scării (N) este mic, scara planului este mare şi invers.
Formula generală a scării este dată de proporţia:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{N} \qquad (4.1)$$

în care: d – distanţa de pe plan sau hartă;
D – distanţa corespunzătoare de pe teren, redusă la orizont;
N – numitorul scării numerice
Conform legii proporţiilor, se poate calcula unul din termeni, dacă se cunosc ceilalţi doi, astfel:

$$d = D/N$$
$$D = d \cdot N$$
$$N = D/d \qquad (4.2)$$

Spre **exemplu**, unei distanţe din teren D = 150 m, pe un plan la scara 1/5000 îi corespunde d = 150/5 = 30 mm, iar unei distanţe grafice d = 62 mm de pe o hartă la scara 1:200 000 îi corespunde în teren o distanţă D = 62 x 200 = 12 400 m = 12,4 km.

Scări grafice

Scara grafică este o reprezentare grafică a scării numerice care după modul cum se obţine construcţia grafică este de trei tipuri.

a. Scara grafică simplă fără talon se reprezintă sub forma unei linii divizate în intervale egale, numerotate progresiv începând de la zero, în sensul de la stânga la dreapta (*Fig.4.3*).
Valoarea unei diviziuni numită bază sau modulul scării, corespunde cu mărimea acelei distanţe de pe teren, redusă la orizont.
Precizia scării grafice simple fără talon este redusă deoarece valorile mai mici decât modulul respectiv se iau în mod aproximativ.

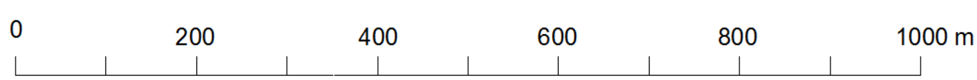

Fig.4.3. Scara grafică simplă

b. Scara grafică simplă cu talon reprezintă o scară grafică simplă la care în stânga originii, se construieşte talonul, adică încă un interval (modul), împărţit într-un număr de diviziuni corespunzător preciziei cerute, iar în continuare se construieşte scara propriu-zisă, în funcţie de scara numerică şi de baza scării.

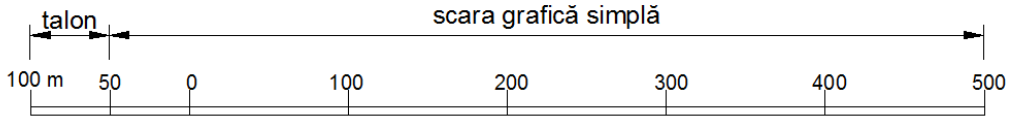

Fig.4.4. Scara grafică simplă cu talon

c. Scara grafică transversală sau compusă, derivă din scara grafică simplă cu talon, în urma completării acesteia cu 10 linii paralele echidistante.

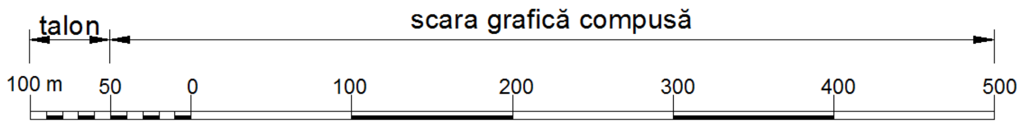

Fig.4.5. Scara grafică compusă

4.2. PROBLEME TEHNICE CARE SE POT REZOLVA PE HĂRŢI ŞI PLANURI TOPOGRAFICE

4.2.1. Determinarea coordonatelor geografice

Pentru determinare coordonatelor geografice ale unui punct A, situat pe o hartă la scara 1:25000, se vor duce din acest punct două perpendiculare pe cadrul geografic (AZ perpendiculară pe arcul de meridian şi AT perpendiculară pe arcul de paralel).
Cadrul geografic este divizat în segmente alternative albe şi negre de câte un minut, valorile latitudinii şi longitudinii fiind notate la colţurile trapezului.

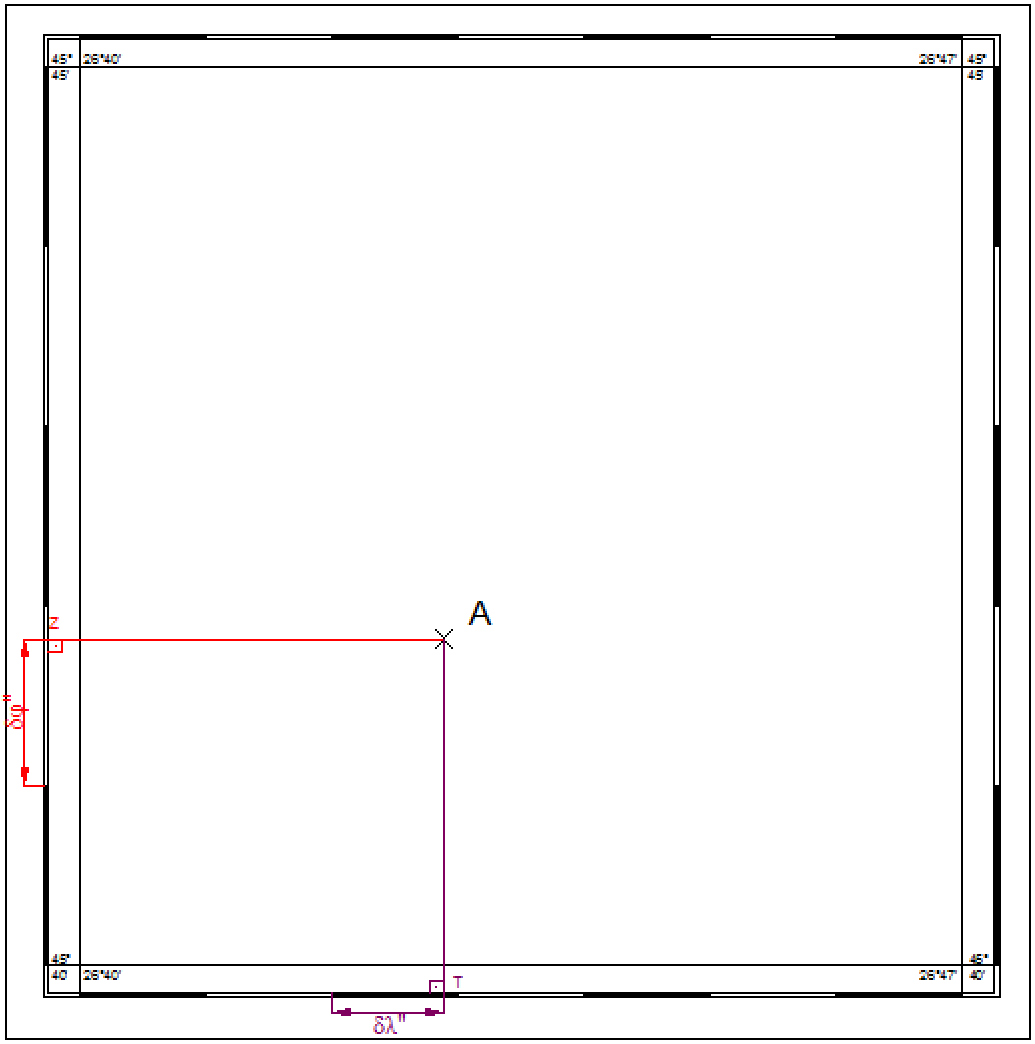

Fig.4.6. Determinarea coordonatelor geografice

<u>Calculul latitudinii φ</u>

Se observă că latitudinea punctului A este cuprinsă între 45°41' şi 45°42', deci trebuie calculată valoarea în secunde a segmentului δφ.

Un segment de un minut de latitudine, UV, măsurat pe hartă are lungimea de 74mm. Se va măsura şi lungimea segmentului VZ=60mm. Valoarea unghiulară a lui δφ va fi obţinută astfel:

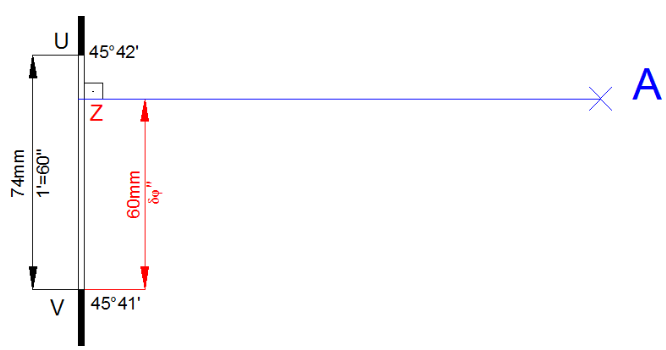

Fig.4.7. Calculul latitudinii

$$\begin{array}{l} 74mm \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ 60mm \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \hline \delta\varphi" = \dfrac{60 \cdot 60}{74} = 48",649 \cong 49" \end{array} \implies \varphi_A = 45^o 41'00" + \delta\varphi" = 45^o 41'49" \quad (4.3)$$

Calculul longitudinii λ

Longitudinea se va determina în mod asemănător, măsurând segmentele:
PR = 52mm ce reprezintă 60” de longitudine şi PT=46mm ce reprezintă δλ”.

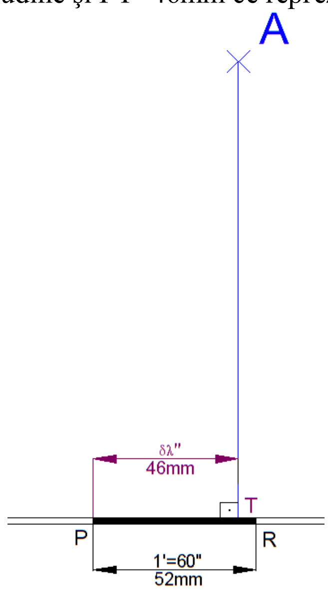

Fig.4.8. Calculul longitudinii

$$\begin{array}{l} 52mm \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ 46mm \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \hline \delta\lambda" = \dfrac{46 \cdot 60}{52} = 53",077 \cong 53" \end{array} \implies \lambda_A = 26^o 42'00" + \delta\lambda" = 26^o 42'53" \quad (4.4)$$

4.2.2. Determinarea coordonatelor rectangulare

utilizând următoarele relaţii:

$$X_A = X_O + \delta x$$
$$Y_A = Y_O + \delta y \quad (4.5)$$

Unde X_O şi Y_O sunt coordonatele colţului din stânga al pătratului în care se găseşte punctul A.

X_O=5081km
Y_O=5238km

Se observă că punctul A are coordonata X_A, care este cuprinsă în intervalul 5081km - 5082km, şi coordonata Y_A în intervalul 5238km - 5239km. Pentru a putea calcula coordonatele punctului A trebuie să determinăm mai întâi δx şi δy.

Măsurând cu rigla latura unui pătrat, pe o hartă la scara 1:2500, obținem o valoare măsurata de 40mm.Transformând această valoare măsurată pe hartă, în funcţie de scara planului, obținem o valoare corespunzătoare pe teren de 1km, adică 1000m.

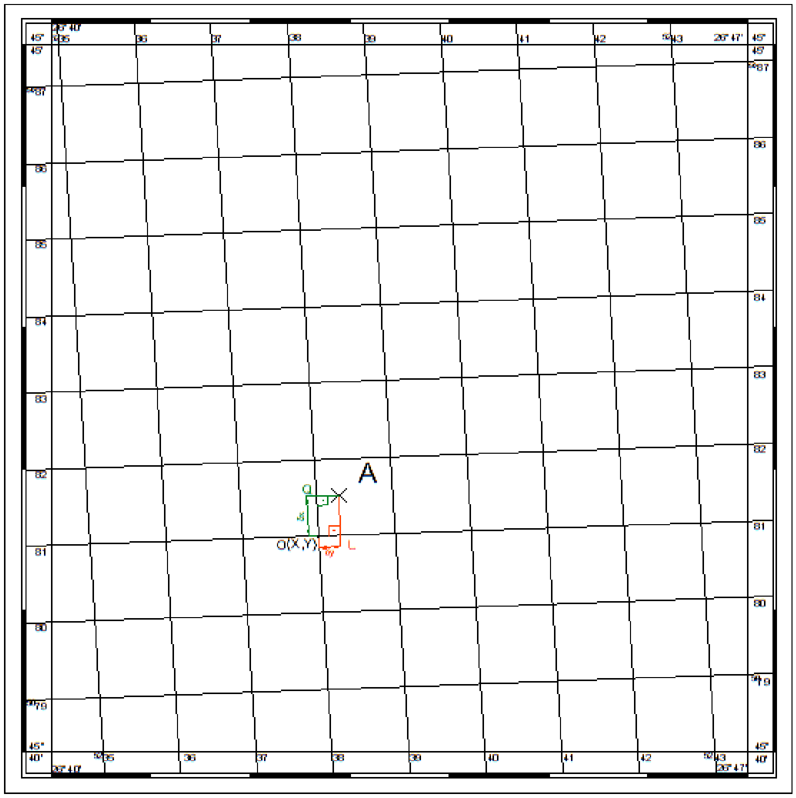

Fig.4.9.Determinarea coordonatelor rectangulare

Pe hartă se vor măsura distanţele QA şi LA, iar apoi aplicând regula de trei simplă se vor obţine necunoscutele δx şi δy.

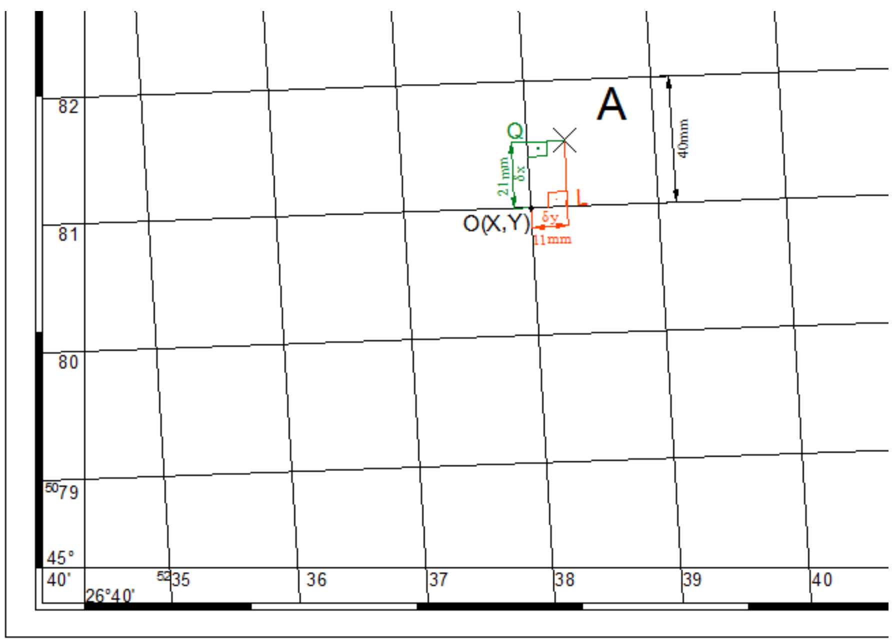

Fig.4.10.Determinarea coordonatelor rectangulare - detaliu

$$\begin{array}{ll} 40mm\cdots\cdots\cdots\cdots & n \\ \underline{21mm\cdots\cdots\cdots\cdots} & \\ \delta x = \dfrac{21\cdot 1000}{40} = 52,500m = 0,525km & \Rightarrow X_A = 5081 + \delta y = 5081,525km \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 40mm\cdots\cdots\cdots\cdots & n \\ \underline{11mm\cdots\cdots\cdots\cdots} & \\ \delta y = \dfrac{11\cdot 1000}{40} = 275m = 0,275km & \Rightarrow Y_A = 5238 + \delta y = 5238,275km \end{array}$$

(4.6)

4.2.3. Raportarea pe hartă a unui punct de coordonate cunoscute

Se dă punctul B de coordonate X=5084,752km şi Y=5242,378km.
Pentru a raporta acest punct pe o hartă la scara 1:25000 se va proceda astfel:

- se observă că punctul B se află în pătratul ce are la colţul din stânga următoarele coordonate X_O= 5084km şi Y_O=5242km;
- se vor scrie coordonatele punctului B sub următoarea formă:

$$X_B = X_O + \delta x = 5084km + 0,752km$$
$$Y_B = Y_O + \delta y = 5242km + 0,378km \qquad (4.7)$$

- utilizând formula scării se vor calcula δx şi δy:

$$\delta x = \frac{0,752}{25000\cdot 10^{-6}} = 30,08mm$$
$$\delta y = \frac{0,378}{25000\cdot 10^{-6}} = 15,12mm \qquad (4.8)$$

- se vor măsura δx şi δy în pătratul ce are la colţul din stânga următoarele coordonatele X_O= 5084km şi Y_O=5242km, iar la intersecția perpendicularelor se va afla punctul B.

4.2.4. Determinarea distanţei dintre două puncte

Determinarea distanței dintre două puncte aflate pe o hartă sau pe un plan se poate efectua prin două moduri: prin citirea acesteia pe hartă sau pe plan și transformarea acesteia la valoarea din teren, sau folosind coordonatele rectangulare ale punctelor ce o definesc.
De exemplu distanţa AB se poate determina astfel: se măsoară cu rigla pe plan sau pe hartă distanţa dintre cele două puncte şi apoi cu ajutorul formulei scării se va determina distanţa din teren.

$$d_{AB} = 209mm$$
$$\left.\begin{array}{l} D_{AB} = d_{AB}\cdot N \\ N = 25000 \end{array}\right\} \Rightarrow D_{AB} = 209\cdot 25000 = 5225000mm = 5225m = 5,525km \qquad (4.9)$$

Utilizând coordonatele rectangulare ale punctelor ce definesc distanţa se va folosi următoarea formulă:

$$D_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} = 5,220km \qquad (4.10)$$

4.2.5. Determinarea ariei suprafețelor

Dacă avem o suprafață cu un contur poligonal, cu punctele caracteristice constituite din vârfurile conturului putem calcula aria acestui contur luând în considerare **sensul orar** al parcurgerii conturului suprafeței. Relația de calcul a ariei poate fi generalizată în vederea utilizării în cazul unei suprafețe oarecare. Aceasta poate fi scrisă, în funcție de ordonarea termenilor după valorile lui **x** și **y**, astfel:

$$2S=\sum_{i=1}^{n}x_i\cdot\left(y_i \ \text{sau} \ _1\right) \qquad 2S=\sum_{i=1}^{n}y_i\cdot\left(x_{i-1}-x_{i+1}\right) \tag{4.11}$$

4.2.6. Determinarea cotelor absolute ale punctelor

Altitudinea (Cota absolută) este distanţa verticală între suprafaţa de referinţă şi suprafaţa de nivel a punctului considerat.

Pentru România, suprafața de referință este definită convențional ca fiind nivelul Mării Negre (Marea Neagră 1975).

Curba de nivel este locul geometric al punctelor de aceeași cotă. Dacă un punct se situează pe o curbă de nivel, atunci valoarea cotei sale este egală cu valoarea curbei de nivel.

Observație: Pe orice hartă topografică valorile curbelor de nivel sunt scrise numai pe curbele de nivel principale.

Echidistanța curbelor de nivel este definită ca distanța măsurată pe verticală între două suprafețe de nivel consecutive, respectiv între două curbe de nivel consecutive.

Pentru a determina cota unui punct se efectuează următorii pași:

- se identifică valorile curbelor de nivel între care se situează punctul
- se trasează linia de cea mai mare pantă între cele două curbe, care trece prin punctul a cărui cotă vrem să o determinăm, care intersectează cele două curbe de nivel în două puncte 1 și 2
- se măsoară cele două distanțe, de la punctul a cărui cotă trebuie determinată, spre cele două puncte de intersecție d_1 și d_2
- se calculează diferența de nivel

$$\delta \text{h}=E\cdot\frac{d_1}{d_{1-2}} \tag{4.12}$$

- se calculează cota punctului astfel:

$$H_A=\delta h+ \text{ cota curbei de nivel cu valoarea cea mai mică} \tag{4.13}$$

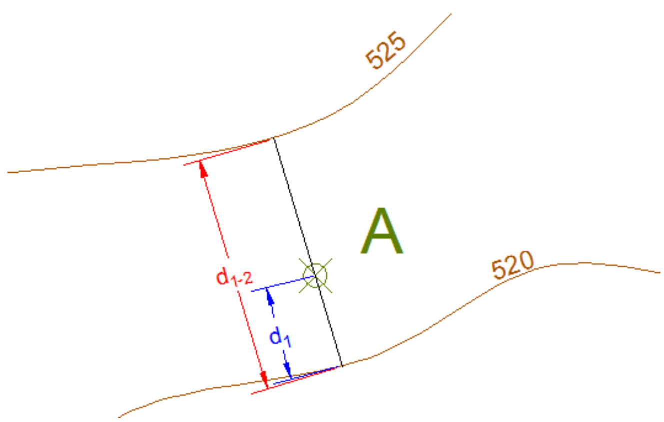

Fig.4.11. Determinarea cotei unui punct

ÎNTOCMIREA PROFILULUI TOPOGRAFIC AL TERENULUI

Profilul topografic este o reprezentare grafică a conformației terenului pe o anumită direcție.
Acesta se obține prin secționarea terenului cu un plan vertical, pe direcția aliniamentului dintre puncte (A și B – de exemplu) și se realizează utilizând cotele unor puncte caracteristice și distanțele dintre acestea.
Profilul topografic se reprezintă într-un sistem rectangular, unde:

- pe orizontală se raportează distanțele;
- pe verticală se raportează cotele.

Datele necesare pentru întocmirea profilului topografic pot fi obținute de pe hartă sau prin măsurători efectuate direct pe teren, construcția acestuia realizându-se în mod tabelar.
Profilul topografic are următoarele elemente caracteristice:

- **scara de reprezentare**:
  - ***a distanțelor*** (cu ajutorul acesteia se reprezintă distanțele parțiale dintre puncte și distanța totală a profilului. De regulă se folosesc scările 1:500, 1:1000, sau 1:2000);
  - ***a cotelor*** (***altitudinilor*** – cu ajutorul acesteia se reprezintă diferențele de cotă dintre punctele profilului topografic. De regulă se folosesc scările 1:100 sau 1:200);
- **cota planului de referință** (**H_{PR}** – este cota față de care se reprezintă altitudinile tuturor punctelor reprezentate în profilul topografic. De obicei se alege cu 5m mai mică decât valoarea cea mai mică a cotelor punctelor ce se reprezintă în profilul topografic.)

Elementele de conținut ale profilului topografic sunt următoarele:

- numărul punctelor de detaliu;
- distanțele parțiale dintre puncte;
- distanța cumulată a profilului (distanța totală);
- cotele punctelor de detaliu;
- panta terenului dintre punctele de detaliu;
- panta generală a terenului.

Etapele întocmirii profilului topografic al terenului folosind date obținute de pe harta topografică (exemplu pentru două puncte A și B) sunt următoarele:

- se trasează aliniamentul dintre punctele A și B;
- se calculează cotele punctelor situate la intersecția dintre dreapta AB și curbele de nivel;
- se alege cota planului de referință (H_{PR});
- se calculează diferențele de nivel (**valori teren**) între cota planului de referință și cotele punctelor din profil;
- utilizând formula scării numerice se transformă **valorile teren** în **valori profil**, la scara indicată (valorile profil se raportează în profil pe axa înălțimilor, pornind de regulă de la planul de referință);
- se măsoară distanțele între puncte;
- se transformă aceste **valori obținute de pe hartă** în **valori teren**, la scara indicată, utilizând relația scării numerice;
- se raportează pe axa orizontală (axa de reprezentare a distanțelor), în mod succesiv, valorile măsurate pe hartă (d_{ij});
- se calculează panta dintre punctele profilului și mai apoi panta generală a terenului;
- se completează toate rubricile din profil în mod corespunzător.