

CAPITOLUL I CUNOSTINTE APRIORICE IN DOMENIUL RIDICARILOR TOPOGRAFICE SPECIALE

1.1 INTRODUCERE

1.1.1 OBIECTUL MĂSURĂTORILOR TOPOGRAFICE

Măsurarea și reprezentarea pe plan a formei și reliefului Pământului a constituit o preocupare pentru om din cele mai vechi timpuri. Pe măsură ce cunoștințele omului s-au amplificat, iar societatea a trecut pe trepte superioare de dezvoltare, măsurătorile terestre au început să capete o importanță sporită pentru tot mai numeroase domenii ale activității umane.

O ramură a științelor măsurătorilor terestre o constituie topografia.

Fără de știința măsurătorilor terestre, care cuprinde o totalitate de acțiuni cu metode proprii disciplinelor componente (astronomie geodezică, cartografie, fotogrammetrie, geodezie, gravimetrie, topografie etc.), executate în vederea determinării și reprezentării pe plan a formei și dimensiunilor Pământului.

În același timp însă, topografia mai are o direcție importantă de activitate: transpunerea pe teren a lucrărilor inginerești proiectate. Materializarea pe teren a lucrărilor proiectate (proiectarea de drumuri, delimitarea de tarlale și parcele, trasarea construcțiilor și a lucrărilor de îmbunătățiri funciare etc.) se realizează cu instrumente și metode topografice.

Prin urmare, topografia are de rezolvat două grupe mari de probleme:

- efectuarea de măsurători și calcule pentru obținerea bazei topografice a unui teritoriu;
- transpunerea pe teren a proiectelor tehnice realizate pe baza planurilor și a hărților.

Preocupările acestei științe rezultă din însăși etimologia denumirii sale, care provine din alăturarea a două cuvinte grecești: topos = loc și graphein = descriere.

Topografia rezolvă problemele care-i revin din știința măsurătorilor terestre în strânsă legătură cu celelalte discipline componente cu care are numeroase instrumente și metode de lucru comune.

1.1.2. IMPORTANȚA LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE

Lucrările de topografie aplicată sunt necesare aproape în toate ramurile economiei naționale, astfel:

- în agricultură, pentru lucrări de organizare a teritoriului și de ameliorare a unor suprafețe prin: amenajări de albie, desecări, irigații etc.;
- în industria hidroenergetică sunt necesare lucrări topografice pentru determinarea amplasamentului barajelor și hidrocentralelor, a suprafețelor inundate de lacurile de acumulare, a capacității lacurilor etc.;
- pentru căile de comunicație – drumuri, căi ferate – lucrările topografice intervin atât la alegerea celor mai economice trasee, cât și la amplasarea corespunzătoare a stațiilor și nodurilor de cale ferată precum și a construcțiilor care deservește materialul rulant;
- în industria extractivă – cărbuni, minereuri – pentru determinarea planurilor de străpungere a rocilor (galerii, tuneluri), pentru determinarea poziției și mărimii stratului de zăcămintă, a amplasării construcțiilor și instalațiilor de suprafață etc.

1.2 PLANIMETRIA

1.2.1 MARCAREA ȘI SEMNALIZAREA PUNCTELOR TOPOGRAFICE

Marcarea este operația de fixare a punctelor topografice pe teren. Aceasta se face diferențiat după importanța și destinația punctelor și poate fi provizorie sau permanentă.

Marcarea provizorie este de durată mai scurtă de 2 până la 4 ani și se poate face cu:

- tăruși de lemn de esență tare cu secțiune pătrată sau rotunjită; la partea superioară se bate un cui care marchează punctul matematic (pentru extravilan);
- tăruși metalici, pentru marcarea punctelor din intravilan (diametrul = 1,5 - 3 cm și lungimea = 15 - 25 cm);

Marcarea permanentă sau bornarea punctelor este o materializare de durată lungă.

Bornele se confecționează din beton simplu sau armat, Fig.1.1 și au forma unui trunchi de piramidă cu secțiune pătrată. Modul de bornare depinde de solul în care se așează marca sau borna.

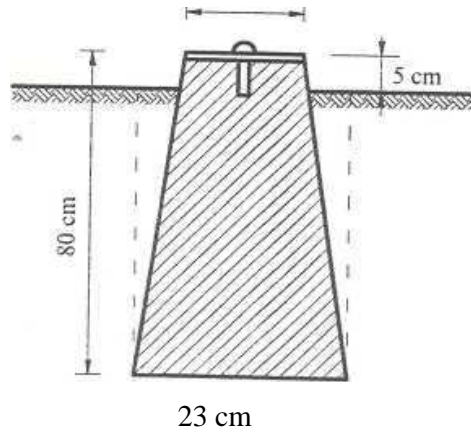


Fig 1.1 Marcarea permanentă a punctelor topografice

1.2.2 LUCRĂRI TOPOGRAFICE DE JALONARE

Jalonarea se realizează atunci când distanțele de măsurat în linie dreaptă dintre două puncte sunt mai mari decât lungimea instrumentului de lucru, amplasând un anumit număr de jaloane între extremitățile unui aliniament.

Aliniamentul este linia care rezultă din intersecția unui plan vertical care trece prin două puncte (A și B) cu suprafața terenului, cu amplasare de jaloane, punctele A și B fiind extremitățile aliniamentului.

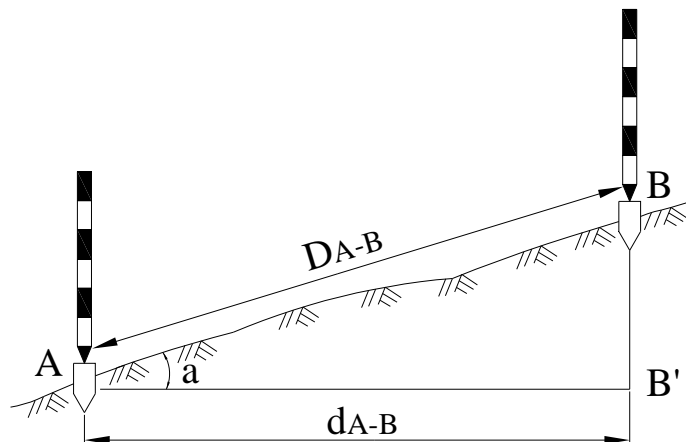


Fig. 1.2 Aliniament cu pantă continuă

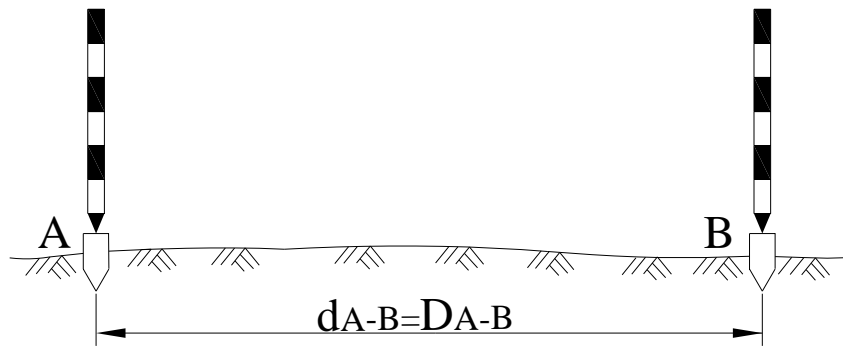


Fig. 1.3 Aliniament în plan orizontal

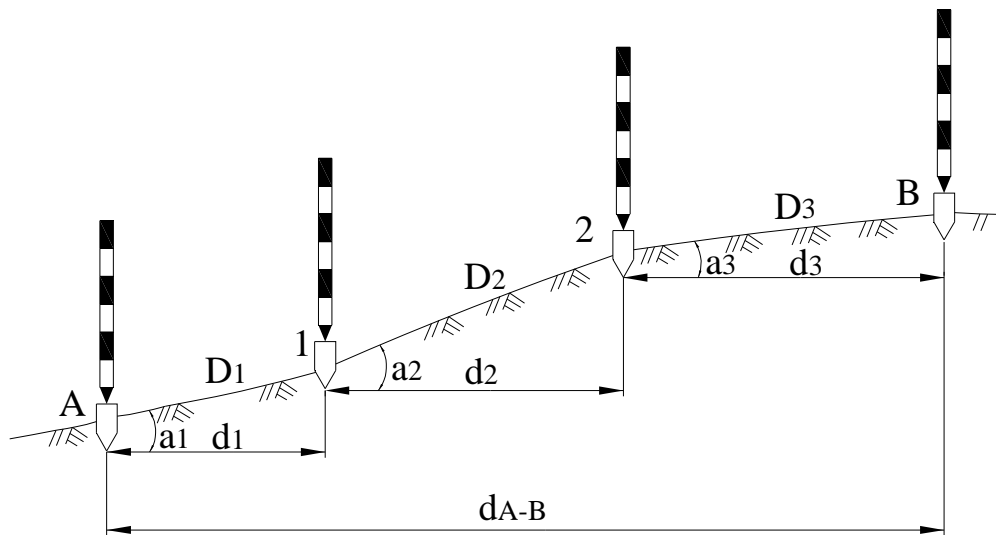


Fig. 1.4 aliniament cu pante diferite

Distanța orizontală dintre A și B este proiecția orizontală a aliniamentului, numindu-se în topografie distanța redusă la orizont (d). Pe teren se măsoară de obicei distanța înclinată (D). Unghiul format pe aliniamentul AB cu orizontala $A-B'$ poartă numele de unghi de pantă al terenului sau unghi vertical. În funcție de relieful terenului, aliniamentul poate să apară:

a) ca o linie înclinată cu o pantă continuă (Fig. 1.2)

b) ca o linie orizontală (Fig. 1.3), când distanța AB $d = D$ și $a = 0^\circ$

c) ca o linie frântă cu porțiuni care au înclinări diferite (Fig. 1.4), deci unghiuri de pantă diferite (a_1, a_2, a_3). În acest caz, $d_{AB} = d_1 + d_2 + d_3$

Jalonarea se efectuează prin instalarea unor jaloane intermediare începând cu punctul cel mai îndepărtat (B), spre operatorul (A) (Fig. 1.5).

Operatorul se așează în spatele jalonului A, la o distanță de 1- 2 m și privind spre jalonul din B dirijează ajutorul care fixează în teren succesiv jaloanele din 1, 2, 3 ... Distanța între aceste jaloane trebuie să fie mai mică decât lungimea instrumentului cu care se va efectua măsurarea lungimii aliniamentului.

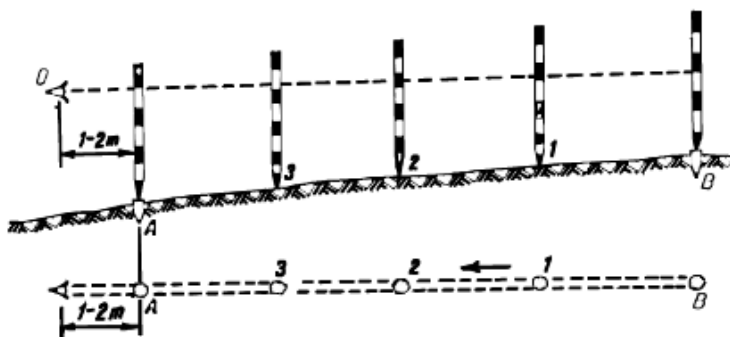


Fig. 1.5 Jalonarea unui aliniament

Atunci cand se fixează jaloane în continuarea aliniamentului, se execută operația de prelungire a unui aliniament (Fig. 1.6). Prelungirea aliniamentului se poate efectua de către un operator. La operațiile de jalonare, trebuie ca jaloanele să fie fixate vertical iar operatorul va privi ambele părți ale jaloanelor.

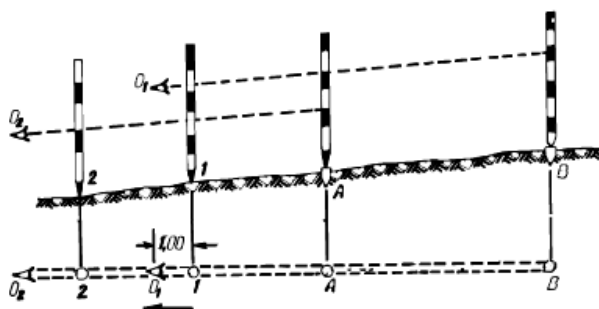


Fig. 1.6 Prelungirea unui aliniament

1.2.2.1 INTERSECȚIA A DOUĂ ALINIAMENTE

Operația se execută de către doi operatori (O_1 , O_2) și un ajutor care trebuie să se materializeze pe teren prin instalarea unui jalon, intersecția E dintre aliniamentele AB și CD (Fig. 1.7 a).

Operatorii O_1 și O_2 țin sub observație câte unul din aliniamente, dirijând succesiv ajutorul din E până ce acesta se găsește atât pe aliniamentul AB cât și pe aliniamentul CD în punctul E.

Când cele două aliniamente se intersectează în prelungirea lor (A-B cu C-D), operația se poate executa de către un singur operator (Fig. 1.7 b), acesta menținându-se pe prelungirea celor 2 puncte, determină punctul E.

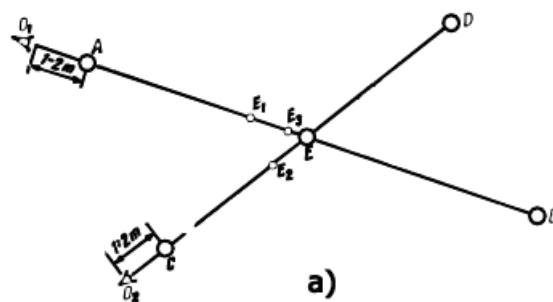


Fig. 1.7 a Intersecția a două aliniamente cu doi operatori și un ajutor

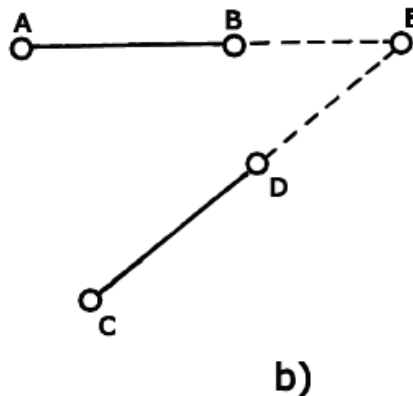


Fig. 1.7 b Intersecția a două aliniamente cu un singur operator

1.2.2.2 JALONAREA UNUI ALINIAMENT CÂND ÎNTRE PUNCTELE EXTREME NU ESTE VIZIBILITATE

Această operație o întâlnim atunci când executăm jalonarea peste un deal a cărui înălțime este variabilă. În funcție de înălțimea dealului lucrarea se poate realiza cu doi sau cu trei operatori.

Cu doi operatori. Se întrebuițează acest procedeu în cazul când diferența de nivel între extremitățile aliniamentului și varful dealului nu este prea mare alegând poziția jaloanelor C și D unde se află cei doi operatori (fig. 1.8), astfel ca din C să se vadă D și B, iar din D să fie vizibilitate spre C și A. Prin alinieri succesive, ca și în cazul jalonării între două puncte inaccesibile, dar cu vizibilitate între ele, se va ajunge în situația când fiecare operator vede jalonul celuilalt operator pe aliniamentul pe care îl controlează, obținându-se în final aliniamentul definitiv A – C_n – D_n – B.

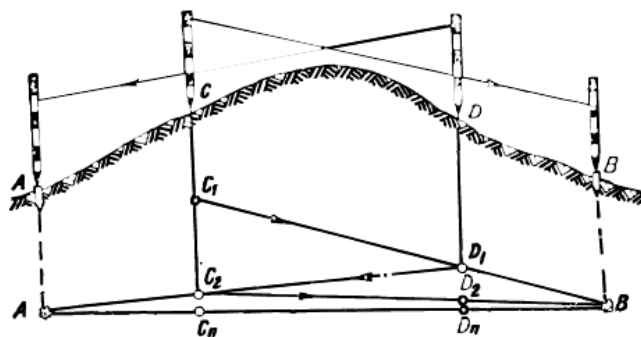


Fig. 1.8 Jalonarea unui aliniament peste un deal cu două persoane

1.2.2.3 JALONAREA UNUI ALINIAMENT PESTE O VALE

În funcție de lățimea și adâncimea văii la nivelul albiei minore, operația se poate realiza cu una sau două echipe, alcătuite din doi operatori.

Atunci când dimensiunile văii sunt mici, jalonarea se efectuează cu o singură echipă; operatorul situat în spatele jalonului A va privi tangent la jalonul situat pe celălalt mal, în punctul B (fig. 1.9) și dirijează ajutorul să așeze un jalon în punctul 2 în așa fel încât varful acestuia să atingă linia de viză AB.

În etapa următoare se va realiza o prelungire a aliniamentului A-2, fixând jaloane în punctele 3-4-5-1 până se ajunge în punctul B.

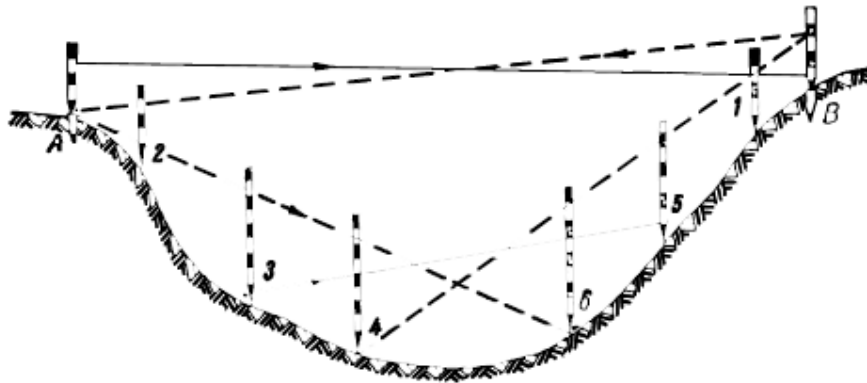


Fig. 1.9 Jalonarea unui aliniament peste o vale

Când dimensiunile văii sunt mari, operația de jalonare se execută cu doi operatori (situați în punctele A și B) și două ajutoare, câte unul pentru fiecare versant al văii. Operatorul din punctul A va fixa jalonul 1 pe malul opus iar cel din punctul B jalonul 2, prin linii de vizare care să intersecteze cele două jaloane. Se va face apoi prelungirea aliniamentului A-2 și B-1, fixând jaloanele 3, 4 respectiv 5, 6.

Controlul jalonării constă în verificarea jaloanelor 3, 4, 5 și 6 dacă sunt în linie dreaptă, deci pe același aliniament.

1.2. PREGATIREA TOPOGRAFICĂ ÎN VEDEREA TRASĂRI PE TEREN A CONSTRUCȚIILOR

Înainte de a începe executarea construcției trebuie realizată pregătirea topografică a proiectului, în vederea aplicării lui pe teren.

Prin pregătirea topografică a lucrărilor de trasare se înțelege ansamblul de operații efectuate la birou, în vederea aplicării pe teren a unei construcții.

Documentația tehnică care stă la baza pregătirii lucrărilor topografice de trasare este variată și condiționată de natura proiectului, de caracterul terenului și în special de complexitatea și felul construcției.

În general acest material documentar este format din:

- Planul general al constructiei – plan de situatie, pe care s-au proiectat amplasamentele obiectelor principale ale constructiilor; acest plan poate sa contina sistematizarea de ansamblu, atat orizontala cat si verticala. Aceste sistematizari pot fi redate separat, pe planuri diferite scarile utilizate ale planului general ale constructiei sunt: 1:2000, 1:1000, mai rar 1:10000 (cai de comunicatii) si chiar scari mai mari de 1:500, 1:200.
- Detalii de executie care se intocmesc pentru obiecte sau parti din obiecte si elemente de constructii, cu toate dimensiunile proiectate la scari mari (1:500, 1:200, 1:100etc.)
- Planuri de obiective, extrase din planul general al constructiei ce contin dimensiunile constructiilor, distantele reciproce intre obiecte, precum si fata de axele lor. Aceste planuri sunt intocmite la scari mari (1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200)
- Planuri si profile destinate sistematizari vertical.
- Scheme cu retele de sprijin, ale ridicari planimetrice si altimetrice.
- Inventar de coordonate ale punctelor retelei de sprijin cu deschidere a punctelor
- Dosarul de calcule de la ridicarea plaimetrica si ce altimetrica.

Pregatirea topografica a lucrarilor de trasare consta in urmatoarele operatii:

- alegere retelei de sprijin, care va fi folosita pentru efectuarea trasari.
- Proiectarea retelei de sprijin pentru trasare (in cazul cand se foloseste o astfel de retea).
- Alegere celei mai corespunzatoare metode de trasare, care sa satisfaca precizia amplasare pe teren a constructiilor proiectate.
- Determinarea elementelor topografice (unghiuri, lungimi, diferebte de nivel), necesare trasari pe teren a proiectului.
- Intocmirea proiectului de organizare a lucrarilor topografice. Acest proiect prevede ordinea de executie a lucrarilor topografice de trasare, instrumentele necesare, metodele de aplicare pe teren a unghiurilor, a lungimilor, a cotelor punctelor, modul de marcare si semnalizare pe teren a punctelor de control a lucrarilor de trasare, termenele si documentele necesare lucrarilor de trasare.

Ca rezultat al pregatiri topografice se obtin:

- Inventarul de coordonate al punctelor retelei de sprijin a trasari precum si ale punctelor caracteristice trasari.
- Planul general de trasare cu toate elementele necesare trasari
- Schemele de trasare precum fiecare element al obiectului
- Elementene topografice de trasare etc.

Cu ajutorul lor se transpun pe teren punctele caracteristice de constructive.

PLANUL GENERAL DE TRASARE- reprezinta documentul de baza pentru aplicarea pe teren a proiectului constructiei si rezulta din prelucrarea topografica a planului general al constructiei.

Acest plan contine urmatoarele date:

- Coordonatele rectangular grafice citite pe originalul planului general al constructiei pentru un numar minim de puncte (coordonate pentru unu sau doua puncte din capetele axelor principale si transversal ale constructiei)
 - Coordonatele rectangular determinate analitic in timpul pregatirii topografice, ale retelei de trasare si ale axelor si punctelor constructiilor
 - Pozitia punctelor retelei de trasare
 - Pozitia axelor principale si secundare ale obiectelor, ale punctelor sau directiile oarecare ce vor servi la trasare, inclusive coordonatele lor
 - Distanta si unghiurile fata de linile de baza existente pe teren dimensiunile partilor si ale elementelor de constructii fata de axele de constructii sau fata de obiectele existente pe teren
- Schemele de trasare

Din planul general de trasare, precum si din planurile si profilurile de executie prelucrate topographic se extrag, la o scara cat mai mare, schemele de trasare pentru fiecare obiect, precum si pentru fiecare element al obiectului. Cu ajutorul lor se aplica pe teren punctele constructiei.

Pe orice schema de trasare se mentioneaza in mod obligatoriu si datele necesare pentru controlul trasarii in plan si inaltime (punct de sprijin, anexe si detalii).

1.3.1.Determinarea elementelor de trasare

Înainte de aplicare a punctelor de constructive pe teren este necesar sa se determine toate elementele necesare trasarii ca :unghi, distant,cote, etc.

Aceste elemente pot fi obtinute prin procedee: grafice, analitice si grafico-analitic

A. Procedeeul grafic

Constă în determinare elementelor de trasare pe cale grafica prin masurare directa a acestora pe originile planului general al constructiei intocmite pe material nedeformabil.

Acest procedeu prezinta avantajul ce elementele de trasare se determina rapid si cu usurinta, necesitand instrumente simple (rigla, echer, raportor,compass etc)

Precizia de determinare a elementelor de trasare este minima si depinde de sarcina planului, de deformatiile hartiei planului, da rigozitatea executari desenului planului etc. Dtorita acestui fapt, procedeul graphic se foloseste la tarasarea constructiilor mici, a constructiilor provizorii, a constructiilor isolate, etc.

Elemente de trasare se obtin pe cale grafica prin :

- Determinarea coordonatelor punctelor constructiilor pe cale grafica pe plan.
- Masurare si determinarea distantei intre punctele proiectate direct pe plan.
- Determinare altitudinii punctelor pe planuri cu curbe de nivel

Aceste procedee sunt cunoscute din topografia generala.

B.Procedeul analitic

Foloseşte drept date initiale coordonatele initiale rectangular ale unor puncte, cunoscute din ridicarea topografica sau determinate la birou in faza de pregatire topografica.

Prin acest procedeu se calculeaza coordonatele pct caracteristice ale constructiei.

Prin procedeu analitic sau trigonometrice de calcul se obtine cu precizie ridicata in etapa de pregatire topografica a proiectelor de constructii civile si industrial, de sistematizare a localitatilor, etc. coordonatele rectangulare ale punctelor situate pe axele sau conturul elementelor de trasare determinate, dupa caz prin: puncte pe segment, sir de puncte pe segment, intersectii de drepte, drepte paralele si perpendicular etc.

RIDICĂRI TOPOGRAFICE ÎN VEDEREA ÎNTOCMIRII PLANURILOR DE SITUAȚIE

2.1 Planul topografic

Planul topografic este o reprezentare convențională prin care detaliile pe care le conține, redate la scară și pe conturul lor natural, redă fidel porțiunea din scoarța terestră care este reprezentată (planimetric și altimetric). El servește în general în scopuri tehnice (proiectare, organizare, evidență, etc) datorită preciziei pe care o asigură și a scărilor mari la care se întocmește (1:500... 1:10000).

Planul topografic de bază este întocmit unitar pe întreg teritoriul țării într-un singur sistem de proiecție cartografică, la o scară astfel aleasă (1:2000, 1:5000 și 1:10000) încât să satisfacă prin conținutul și forma de redactare, majoritatea cerințelor tehnico-economice.

Planul topografic întocmit în anumite scopuri speciale, având un conținut aparte poartă diferite denumiri care explică scopul, specificul conținutului etc. De exemplu : plan cotaț, plan cadastral, plan general de trasare etc.

2.1.1 Precizia grafică a planurilor topografice

Acceptând ca precizia grafică curentă, adică posibilitatea efectivă de a aplica sau de a extrage de pe plan distanțe, este egală cu 0,2 mm, rezultă că precizia planurilor și a hărților topografice este funcție de scara acestora.

O eroare de 0,2 mm pe un plan la scara de 1:1000 va însemna o eroare de 0,2 m pe teren, iar pe un plan de 1: 10000 va însemna de 10 ori mai mult, adică 2m.

Chiar dacă elementele culese din teren se bucură de o precizie sporită, odată raportate ele își pierd acest atribut depinzând în mod absolut de posibilitățile pe care le oferă scara la care este întocmit planul, mijloacele și metodele de transpunere a elementelor ca și de suportul pe care este întocmit planul. Totalitatea acestor erori gravează asupra preciziei pe care o putem obține de la un plan sau o hartă topografică.

Considerând deci, eroarea grafică curentă 0,2-0,3 mm eroarea de raportare 0,1-0,2mm, eroarea suportului 0,1 mm se poate conchide că eroarea grafică acceptabilă este în jur de 0,5 mm, deci rezultatele în ceea ce privește precizia vor fi limitate de această eroare.

În cazul în care lucrările pentru care se cere a fi întocmit planul topografic necesită o precizie sporită, înseamnă că trebuie aleasă o scară mai mare, în cazul unei precizii mai mici poate fi acceptată și o scară mai mare.

Precizia grafică a planului se poate scrie sub forma:

$$e/P_s = l/n;$$

$$P_s = \pm en$$

unde:

P_s - precizia grafică a planului;

e - eroarea grafică de reprezentare a punctelor pe plan ($e = 0,5$ mm);

n - numitorul scării

Precizia urmărită în reprezentarea detaliilor duce la stabilirea scării necesare planului topografic. De exemplu dacă se măsoară pe teren detalii cu dimensiuni de până la 1 m, atunci se va alege pentru reprezentarea acestora scara de 1 :2000. Toate detaliile cu dimensiuni mai mici de un metru nu se vor putea reprezenta la scară de 1 :2000.

2.2. Rețeaua geodezică de sprijin

2.2.1. Materializarea

Marcarea este operația de fixare a mărcilor topografice la suprafața solului sau zidăria construcțiilor, în scopul materializării permanente a punctelor topografice. Marcarea punctelor se face în mod diferențiat după importanța și destinația lor.

Pentru desfășurarea lucrărilor topografice, precum și pentru referirea lucrărilor ulterioare de actualizare și/sau trasare, pe lângă fiecare teren în parte în lucrare se va realiza un sistem de puncte bornate.

În cadrul lucrării executantul va furniza și planta borne amplasate de-a lungul traseului de drum la distanțe de cca. 2 km între ele, astfel încât să se asigure o densitate medie de 0,5 puncte /km de traseu. Costul unei borne este de cca. 10 dolari bucata. Sunt necesari cca. 70.000 dolari pentru realizarea bornelor pentru întreaga rețea de drumuri. În zonele de deal și munte distanța dintre borne se poate reduce până la 1 km. Bornele vor fi amplasate cât mai aproape de drum, de regula în zona de protecție, urmărind asigurarea condițiilor de stabilitate, accesibilitate și stabilitate.

Pe lângă fiecare teren izolat reprezentând un amplasament al AND se vor planta cel puțin 2 borne cu vizibilitate între ele. Bornele se vor realiza din beton armat, conform schiței din figura 2.1 (dimensiunile sunt date în cm) :

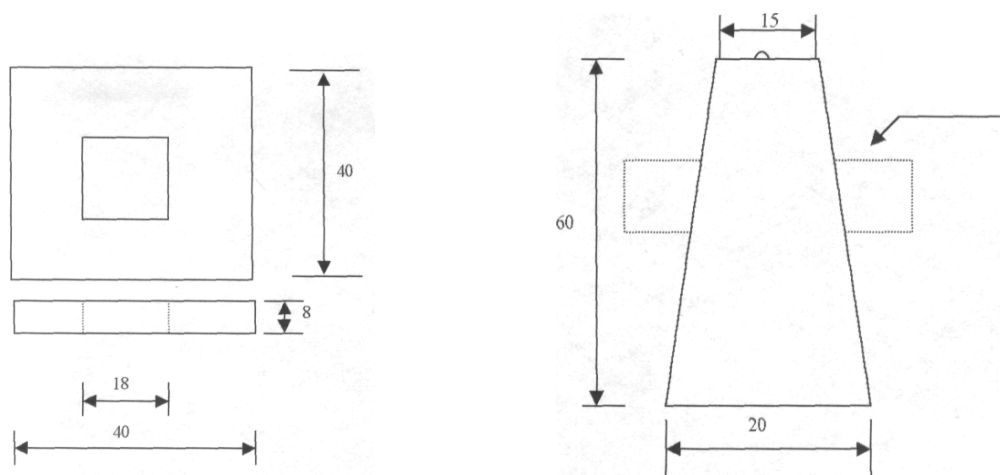


Fig. 2.1. Bornă topografică

Fiecare bornă va purta inscripția AND și un cod (denumire) având forma d.nnn, unde D este numărul de ordine (codul) DRDP pe teritoriul căruia este amplasat punctul, iar nnn, un număr de ordine unic în cadrul DRDP-ului respectiv.

Materializarea punctelor pe teren prin borne cu reper în subsol se execută respectând următoarele condiții:

- axa de simetrie a bornei să coincidă cu verticala locului ce trece prin punctul materializat;
- reperul la sol și cel din subsol să fie pe aceeași verticală, neadmițându-se o abatere mai mare de 1 cm;
- între marca din subsol și marca la sol se va forma un strat semnalizator, gros de 15-20 cm, constituit din cărbune, cărămidă sfărâmată sau zgură.

Punctele de drumuire din localități se materializează de regulă cu borne prevăzute cu placă de fontă protectoare.

În locul bornelor din beton se pot folosi și borne de piatră naturale cioplite la fața superioară și pe fețele laterale, iar restul cu o cioplitură brută. Pe fața superioară, la mijloc se va încadra un bulon de fier cu cap rotund.

Marcarea se mai poate face cu picheți de fier sau țeava în intravilan, iar în extravilan prin țărugi de lemn cu un cui bătut la partea superioară.

La orașe, punctele poligonometrice se materializează prin borne sau prin repere încadrate în construcții.

În vederea vizării de la depărtare, punctele marcate la sol trebuie semnalizate. Semnalizarea se realizează astfel:

- prin semnale permanente pentru punctele rețelei de sprijin și de îndesire (triangulație, intersecție) constând din piramide cu poduri, piramide la sol, balize la sol și în arbori ;
- prin semnale portabile(jaloane) pentru punctele de drumuire.

Modul de semnalizare se stabilește în urma recunoașterii și studiului executat asupra înălțimii semnalelor.

Semnalul geodezic sau topografic este o construcție sub forma unei piramide sau balize cu scopul punerii în evidență a unui punct geodezic sau topografic făcându-l observabil de la distanță.

Baliza este un semnal confecționat dintr-o manelă sau riglă de 3-5 m lungime și de 7-10 cm grosime, care se introduce într-o cutie de 22x190x800 mm, îngropată în pământ în poziție verticală. La partea superioară se găsesc fluturi formați din 4 scânduri de 12x170x800 mm,

Pentru a fi perfect vizibil și ușor de identificat, semnalul se vopsește pe toată lungimea cu un var alb pregătit cu clei, iar în mijlocul semnalului pe o lungime de 1 m se vopsește în negru.

Baliza în arbore este asemănătoare cu cea de la sol, fiind fixată pe arbori în poziție verticală.

2.2.2. Determinarea

Punctele de sprijin vor fi determinate planimetric în sistemul de coordonate Stereografic 1970 și altimetric în sistem de cote Marea Neagră 1975.

Punctele aferente unui traseu sau unui amplasament vor fi încadrate într-o rețea unitară măsurată cu instrumente și metode care să asigure o precizie interioară planimetrică de ± 5 cm și altimetrică de ± 1 cm (drumuire planimetrică de precizie, triangulație, GPS, nivelment geometric).

Observațiile efectuate în rețelele de sprijin respective se vor prelucra prin metoda celor mai mic pătrate. Dacă precizia relativă a punctelor din rețeaua de stat utilizate pentru determinarea rețelei de sprijin nu permit asigurarea preciziilor interioare menționate, rețeaua de sprijin se va prelucra ca rețea liberă încadrată pe punctele rețelei de stat.

2.3.Rețele de sprijin, triangulație, intersecții, drumuiri.

Pentru efectuarea unei ridicări topografice este necesară existența unei rețele de sprijin constituită din puncte de triangulație. Forma și dimensiunea rețelei de triangulație depind de mărimea și forma suprafeței de ridicare.

În general se consideră două mari categorii de rețele de triangulație:

- A. Rețele de sprijin formate din triangulația geodezică
- B. Rețele de sprijin formate din triangulația topografică locală.

Rețeaua de triangulație geodezică constă în folosirea unor puncte pe întinderi mari formată din puncte de ordin I, II, III, IV, V

Ridicările topografice se sprijină pe puncte de ordin IV, V. Fiecare punct geodezic este definit prin coordonatele X, Y, H .

Cazul A: Prezintă următoarele caracteristici:

- se desfășoară pe suprafețe întinse, mari
- oricărui punct de ordin I, II, III i se determină atât coordonatele geografice cât și rectangulare într-un sistem de coordonate la nivelul țării
- distanțele sunt reduse la nivelul zero
- distanțele suferă o anumită deformație.

În general este necesară folosirea unui sistem de proiecție cartografic. Indiferent de sistemul de proiecție adoptat suprafața va fi proiectată pe o suprafață plană.

Rețeaua de sprijin legală și obligatorie este rețeaua geodezică de stat.

Cazul B: Constituie o excepție care se aplică numai în cazuri speciale și cu anumite aprobări.

- atunci când rețeaua de triangulație geodezică lipsește de pe suprafața unde se face ridicarea.

- când suprafața de ridicat este relativ mică și nu se justifică din punct de vedere economic cheltuielile de ridicare.
- utilizată în unele ridicări speciale în care deformații liniare, unghiulare sunt inadmisibile.

Principalele caracteristici ale cazului B :

1. se desfășoară pe suprafețe limitate, fără a depăși totuși o suprafață prea mare
2. proiecția punctelor se face pe un plan orizontal paralel cu suprafața geoidului sau elipsoidului de referință.
3. nu se ține seama de curbura Pământului
4. deformațiile suprafețelor, distanțelor și unghiurilor sunt considerate aproape nule
5. forma, dimensiunea și direcția după care se desfășoară în general triangulația topografică locală depind de suprafața de ridicat
6. fiecare triangulație topografică locală are un sistem propriu de axe de coordonate și uneori și altitudinile sunt date față de o suprafață de nivel luată arbitrar.

Executarea unei triangulații topografice locale comportă o serie de operații care se desfășoară astfel :

1. studiul pe hartă (proiectarea triangulației).
2. recunoașterea pe teren.
3. marcarea și semnalizarea punctelor.
4. măsurarea bazelor de triangulație și calculul lungimilor ei.
5. măsurarea tuturor unghiurilor rețelei de triangulație (compensarea unghiurilor în stație).
6. compensarea unghiurilor în rețea.
7. orientarea rețelei de triangulație determinată fie prin măsurători astronomice, cu giroscopul, gireteodolitul sau magnetic; de cele mai multe ori se iau valori arbitrare.
8. calculul lungimii laturilor de triangulație.
9. alegerea sistemului de axe de coordonate.
10. calculul coordonatelor punctelor de triangulație;
11. întocmirea dosarului tehnic al lucrării.

În funcție de forma terenului și de obstacolele pe care trebuie să le evităm și funcție de relieful terenului se aleg tipuri de rețele de triangulație:

- poligon cu punct central, cu bază normală și cu baza scurtă;
- lanț de poligoane cu punct central;
- patrulater cu diagonale observate;
- lanț de patrulatere
- lanț de triunghiuri;

2.3.1. Clasificarea drumuirilor

Drumuirea este o metodă de ridicare în vedere determinând poziției planimetrice a punctelor rețelei de sprijin sau a punctelor de detaliu și constă în măsurarea pe teren a unghiurilor a pe care le fac între ele aliniamentele care constituie drumuirea, precum și lungimile S ale acestor aliniamente, adică laturile drumuirii.

Drumuirea se dezvoltă între punctele de triangulație de ordin I și V, între punctele rețelelor poligonometrice, precum și între punctele de intersecție.

a) după ordinul punctelor pe care se sprijină:

- drumuiri principale, atunci când acestea se sprijină pe puncte de triangulație, intersecție sau poligonometrie
- drumuiri secundare, atunci când se dezvoltă între un punct de triangulație sau poligonometrie și un punct de drumuire principal sau când ambele capete de drumuire se sprijină pe puncte de drumuire principală.

b) după forma pe care o au:

- drumuiri întinse sprijinite pe două puncte de coordonate cunoscute

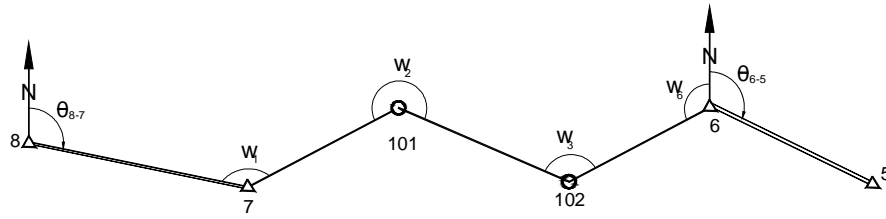


Fig. 2.2. Drumuire sprijinita la capete

- drumuiri cu un punct nodal

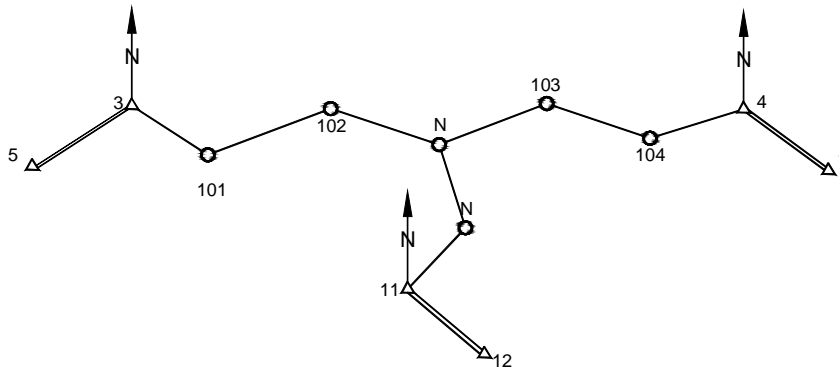


Fig. 2.3. Drumuire cu punct nodal

- drumuiri închise pe puncte de plecare. Executarea drumuirilor în circuit închis se admite numai în cazuri excepționale, cu condiția ca pe parcurs să se dea vize de control către punctele de triangulație din jur. Unghiurile formate între vizele de control și traseul drămuirii să fie înjur de 100^g .

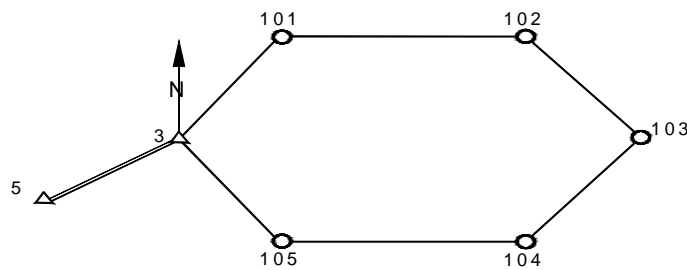


Fig. 2.4. Drumuire inchisa pe punctual de plecare

c) după modul de măsurare a lungimilor laturilor:

- drumuiri cu laturi măsurate direct

- drumuri cu laturi măsurate indirect - stadimetric

d) după modul de execuție:

- drumuri cu stații sărite

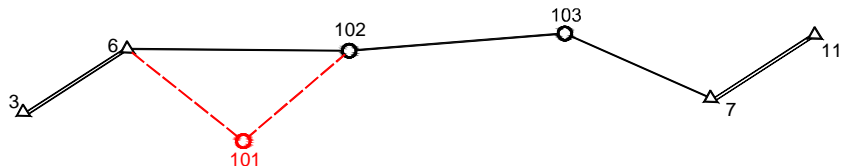


Fig. 2.5. Drumuire cu stații sărite

Se aplică în terenurile descoperite sau inaccesibile și fără prea multe detalii, încât stațiile sărite pot reprezenta chiar punctele de detaliu ale terenului. Staționarea cu teodolitul nu se face în fiecare punct, ci din două în două puncte.

- drumuri de aliniament

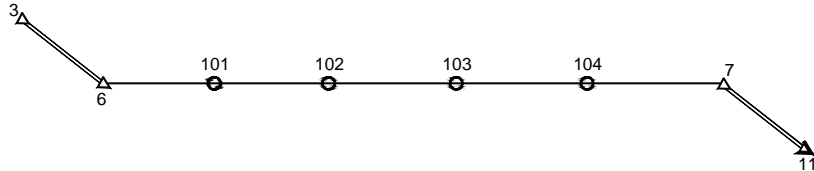


Fig. 2.6. Drumuire in aliniament

- drumuri cu stație unică care se aplică în terenurile descoperite și constă în aceea că pe teren se staționează într-un singur punct al drumuirii, de unde se vizează celelalte puncte; în teren se măsoară unghiurile ω și laturile l
- drumuri fără măsurarea unghiurilor
- drumuri fără închidere pe orientare în punctul final de sprijin
- drumuri care se sprijină pe două puncte de coordonate cunoscute, fără nici o viză de orientare
- drumuri de mare precizie
- drumuire paralactică

e) după modul de determinare a orientărilor:

- drumuire cu orientări deduse prin calcul
- drumuiri cu orientări directe
- drumuiri cu orientări magnetice

2.3.2 Ridicări de detaliu

Prin ridicarea detaliilor se înțelege determinarea poziției reciproce a punctelor de detaliu ale trenului față de rețeaua de ridicare formată din puncte de intersecție, retrointersecții, drumuiri planimetrice, etc., astfel încât pe baza acestor determinări să se poată obține planul topografic. Punctele de detaliu sunt puncte caracteristice ale ridicărilor planimetrice și altimetrice.

Ridicarea detaliilor poate fi efectuată pe cale numerică, grafică, etc.

Ridicarea detaliilor de planimetrie pe cale numerică se sprijină pe rețeaua de ridicare și se realizează prin următoarele metode:

A) Metoda drumuirii

Drumurile pot servi efectiv prin punctele lor la ridicarea poziției unor puncte de detaliu (puncte de frângere la drumuri - canale, căi ferate, limită de parcele- rețele edilitare-tehnice, etc.).

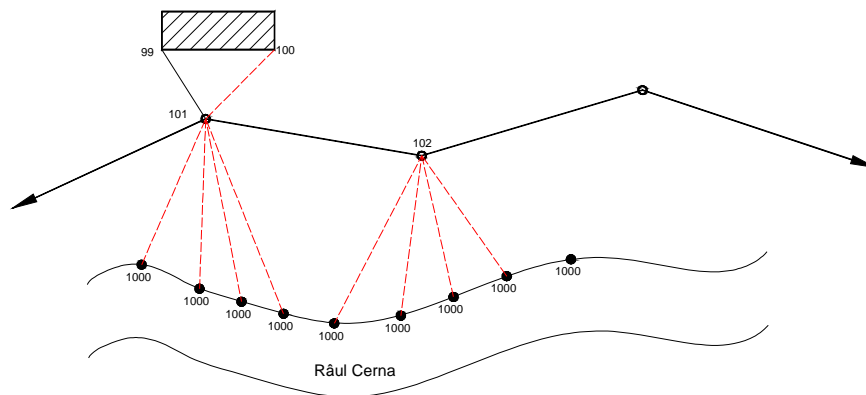


Fig. 2.7. Metoda radierii

În mod frecvent, o dată cu executarea drumuirii se ridică și punctele accesibile prin radierii fapt pentru care această metodă mai este denumită metoda drumuirilor cu radieri.

B) Metoda radierii

Se folosește la ridicarea detaliilor planimetrice în jurul unui punct pe o rază a cărei lungime maximă variază în funcție de scara ridicărilor.

Pe teren se vor culege coordonatele polare ale punctelor radiate, adică se măsoară distanțele de la punctul de stație la punctele radiate și unghiurile polare ω .

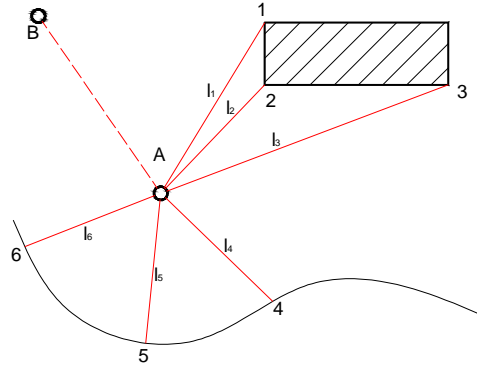


Fig. 2.8. Ridicarea detaliilor planimetrice

Coordonatele plane ale punctului 1 radiat se calculează:

$$X_1 = X_A + d_1 \cos \theta_{A-1}$$

$$Y_1 = y_A + d_1 \sin \theta_{A-1}$$

in care:

$d_1 = l_1 \cos \alpha_1$ - distanța orizontală măsurată direct sau redusă la orizontală

$\theta_{A-1} = \theta_{A-B} + \omega$ - orientarea direcției spre punctul 1.

În cazul determinării mai multor puncte din aceeași stație, toate vizele sunt cuprinse într-un tur de orizont.

C) Metoda absciselor și ordonatelor

Se aplică în terenuri aproximativ orizontale la ridicarea fațadelor străzilor și curților în localități, ridicarea detaliilor din interioarele curților, ridicarea malurilor râurilor, conturul lacurilor, limite de parcele, etc.

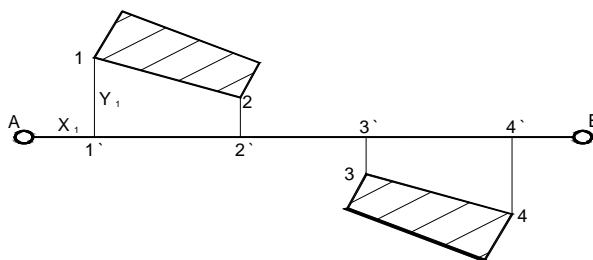


Fig. 2.9. Metoda coordonatelor rectangulare

Poziția unui punct de detaliu I se determină prin ordonata Y și prin abscisa X.

3.ELEMENTE TOPOGRAFICE DE BAZĂ

În ridicările topografice, ca și în trasarea construcțiilor, se folosesc unele noțiuni de bază, specifice:

1) **planul de proiecție**, orizontal întotdeauna, pe care se transpun ortogonal punctele din teren, poate avea poziții diferite față de globul pământesc considerat ca sferă (unghi-drept - proiecție ortogonală este proiecția dată de picioarele perpendicularelor duse din fiecare punct de proiectat pe planul de proiecție): *secant unic*, coborât cu 1,39 km în cazul proiecției stereografice ~ 70 , *secant local* ce trece prin zona de interes, sau mai rar *tangent* la sferă în centrul acestei zone (fig.1, fig.2.).

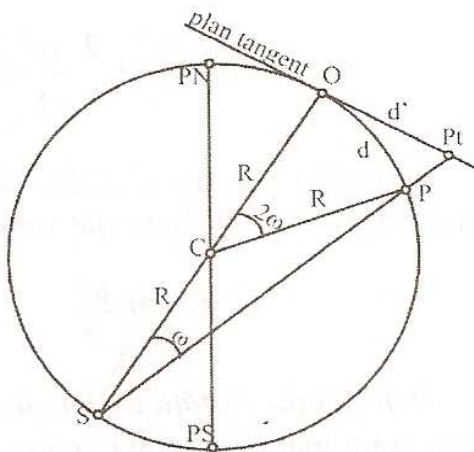


Fig.3.1 Varianta planului tangent

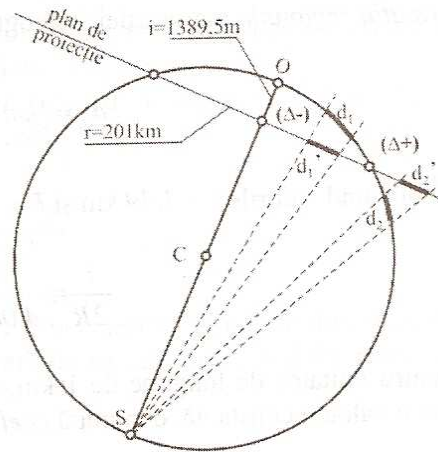


Fig.3.2 Varianta planului secant

2) **aliniamentul AB**, definit de linia ce unește punctele topografice A și B, linie conținută în planul vertical trece prin aceste două puncte;

3) **distanța înclinată L_{AB} , (l_{AB})** respectiv segmentul de dreaptă determinat de punctele A și B situate pe suprafața fizică a Pământului (fig.3.1 si 3.2)

$$L_{AB} = \overline{AB} \quad (3.1.)$$

4) **distanța redusă la orizont D_{AB} , (d_{AB})**, ca proiecție a distanței înclinată pe planul de referință, folosită în prezent pe planuri topografice.

$$D_{AB} = \overline{AB}_o \quad (3.2.)$$

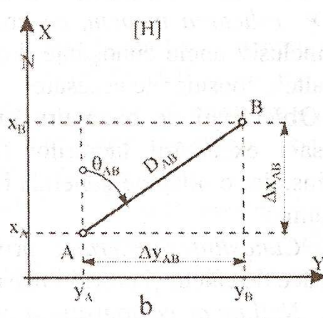
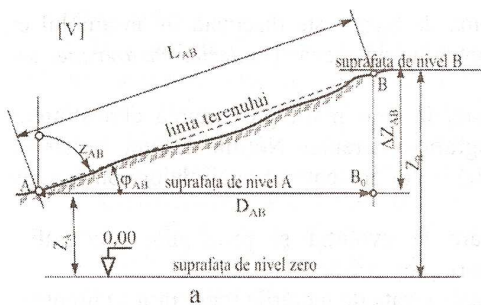


Fig.3.3 Elemente topografice ale terenului a) în plan vertical [V], b) în plan orizontal [H]

5) **unghiul vertical**, exprimat fie ca *unghi de înclinare* φ_{AB} format din linia AB a terenului cu orizontala, având valori pozitive sau negative, fie ca *unghi zenital* z_{AB} , dat în raport cu verticala locului (fig.3);

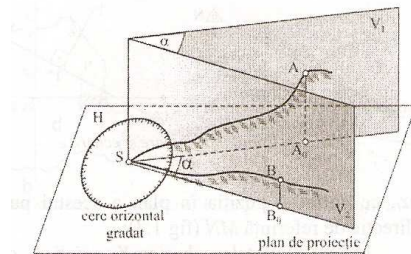


Fig.3.4. Definirea unghiului orizontal

6) **unghiul orizontal α** , definit de proiecțiile ortogonale ale direcțiilor SA și SB din spațiu, de fapt unghiul diedru al planelor verticale (V_1 și V_2) ce cuprind cele două direcții (fig.4.);

(diedru = figură geometrică formată din două planuri care se intersectează după o dreaptă)

7) **orientarea θ_{AB}** , unghiul orizontal format din direcția nord luată ca referință și direcția AB , măsurat în sens direct, adică în sens orar (fig.3.4). În funcție de polul nord considerat, se disting *orientări geografice și magnetice*;

8) **suprafața de nivel** a unui punct oarecare A sau B reunește, de fapt, punctele de același potențial gravitațional și, pe porțiuni limitate, ea poate fi asimilată cu planul orizontal al locului (fig.3);

9) **suprafața de nivel zero**, ca referință pentru cote, se consideră *geoidul*, corp neregulat rezultat din prelungirea pe sub scoarța terestră a oceanelor și mărilor deschise, presupuse în echilibru (fig.3.5);

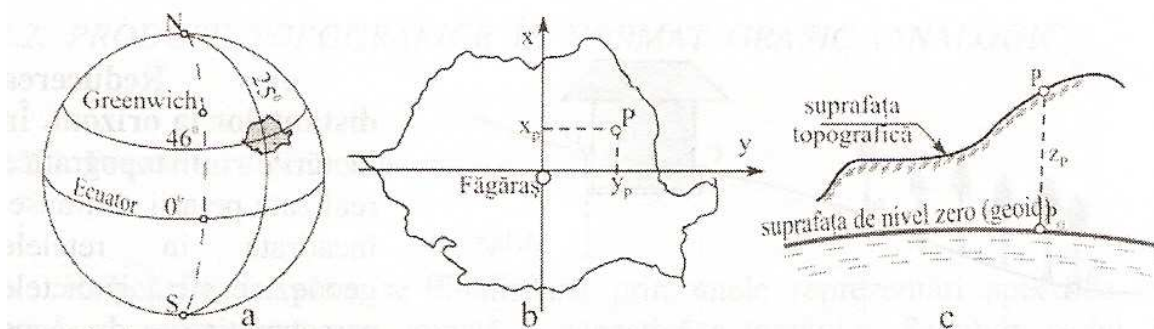


Fig.3.5. Sisteme de referință în țara noastră; a- pe sferă; b- în plan; c- în înălțime

10) **altitudinea sau cota absolută Z_A sau Z_B** , notată uneori cu H_A , sau H_B , reprezintă distanța verticală de la suprafața de nivel zero până la suprafața de nivel a punctului A sau B (fig.3);

11) **diferența de nivel ΔZ_{AB} (ΔH_{AB})** sau *cota relativă*, reprezintă distanța pe verticală între suprafețele de nivel ce trec prin cele două puncte A și B , fiind legată de cotele absolute ale acestora prin relațiile

$$\Delta Z_{AB} = Z_A - Z_B \quad \text{respectiv} \quad Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB} \quad (3.3.)$$

12) **panta terenului p_{AB}** , sau tangenta trigonometrică a unghiului de înclinare φ_{AB} a liniei AB , exprimată de regulă în procente și mai rar în promile (a mia parte dintr-o cantitate):

$$p\%_{AB} = \text{tg } \varphi_{AB} \cdot 100 \quad \text{sau} \quad p\%_{AB} = \text{tg } \varphi_{AB} \cdot 1000 \quad (4.4.)$$

13) **coordonatele carteziene** definesc poziția unui punct de pe suprafața topografică în plan și spațiu, prin vectorii măsurați în lungul celor trei axe ale unui sistem de referință (fig.3.):

- *coordonatele absolute plane*, X_A , Y_A , considerate de la originea și *cota* Z_A de la nivelul zero al mării;
- *coordonatele relative plane*, Δx_{AB} , Δy_{AB} și *diferența de nivel* Δz_{AB} , definite de proiecțiile punctelor A și B pe cele trei axe, rezultate din măsurătorile topografice ce conduc la coordonate absolute:

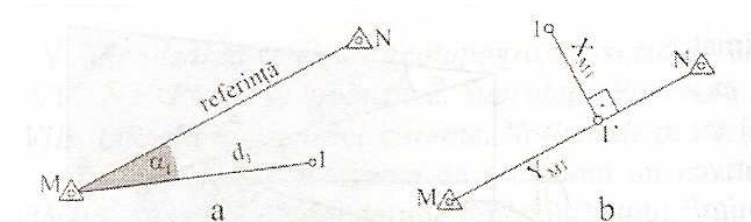


Fig.3.6. Coordonate polare și echerice

$$X_B = X_A + \Delta x_{AB},$$

$$Y_B = Y_A + \Delta y_{AB},$$

$$Z_B = Z_A + \Delta z_{AB}$$

(3.5)

14) *coordonatele polare* ale unui punct I , date de raza vectoroare d_I și unghiul polar α_I , ce definesc poziția în plan a acestui punct față de unul cunoscut M și o direcție de referință MN (fig.6.)

15) *coordonatele echerice* X_{MI} și Y_{MI} , ca două distanțe perpendiculare, ce determină poziția în plan a unui punct I în raport cu o direcție MN dată și un punct de referință M (fig.6);

16) *suprafața terenului*, delimitată prin punctele de contur A, B, \dots, E , a căror proiecție ortogonală A_o, B_o, \dots, E_o , pe planul orizontal de referință, definesc *suprafața productivă*, sau *baza construcțiilor* (fig.7, fig.8).

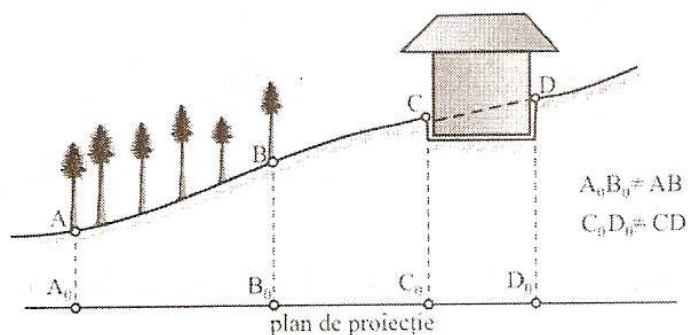


Fig.3.7. *Suprafața productivă* ($A_o B_o$) și *baza construcțiilor* ($C_o D_o$)

Principiile topografiei

a) **Descompunerea detaliilor în puncte caracteristice.** Ridicarea topografică și trasarea au drept obiect *definirea poziției* în plan și în spațiu a *detaliilor topografice* respectiv materializarea construcțiilor pe teren. În acest scop, *orice detaliu* de planimetrie (fig.3.8a,b) sau de nivelment (fig.8c,d), natural (fig.8b,c) sau artificial (fig.8,d), cu contur din linii frânte (fig.8a,d) sau curb (fig.8.b,c), poate fi definit și conturat de o serie de *puncte judicios alese*, la *schimbarea de direcție* a liniilor de contur sau la *schimbarea pantei pantă*. *Punctele caracteristice* reprezintă *numărul minim* al acestora, condiționat de scară și de precizia cerută,

ce definesc forma și mărimea detaliilor și permit atât reprezentarea pe plan cât și trasarea lor. În urma acestor operații, figurile neregulate se geometrizează, liniile sinuoase devin linii frânte, ce pot fi poziționate și reprezentate mai ușor (fig.3.8b,c).

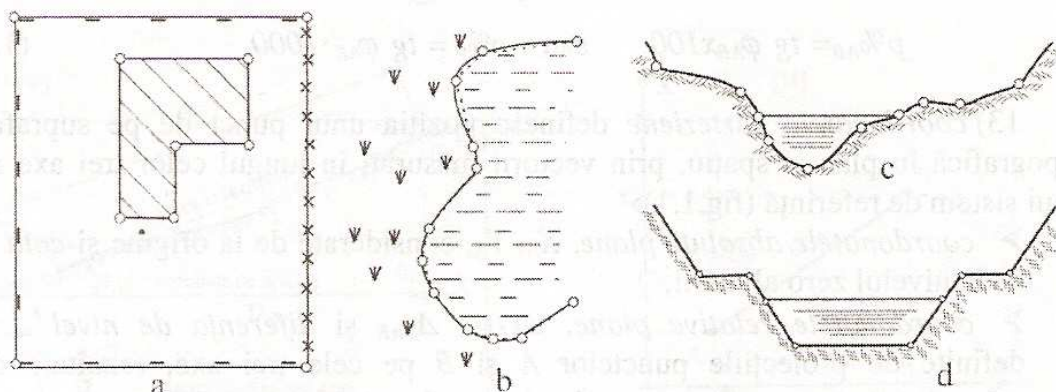


Fig.. 3.8. Descompunerea detaliilor în puncte caracteristice

b) Încadrarea în rețeaua de sprijin. Indiferent de precizia cerută, scara de reprezentare sau mărimea suprafeței, ridicarea sau tranșarea se execută pe baza unor *rețele de sprijin* constituite dintr-o serie de puncte marcate pe teren și a căror poziție este definită cu precizie prin coordonatele lor. Asemenea rețele se realizează în prealabil prin metode geotopografice în funcție de nevoile ridicării în plan sau/și trasării.

c) Alegerea sistemelor de referință. Punctele rețelelor geodezice sunt definite numeric față de sisteme de referință specifice, legate de suprafața Pământului, concepute și alese în așa fel încât să asigure legătura funcțională, bilaterală, între reprezentare și teren. Pentru *ridicările planimetrice* referința o constituie *sistemul cartografic adoptat*, iar pentru cele *altimetrice* suprafața de nivel zero (fig.5). Prin excepție și în condițiile când punctele geodezice în zonă lipsesc, încă se mai admit ridicări și trasări bazate pe rețele independente (locale).

d) Marcarea punctelor. Toate punctele rețelei de sprijin, ca și cele ce vor servi la ridicarea sau trasarea de noi puncte, *se materializează* pe teren în mod *durabil*. Punctele caracteristice, care definesc detaliile topografice, *se semnalizează* cu prisme reflectoare atunci când sunt vizate și se marchează doar în cazul trasărilor, în mod specific.

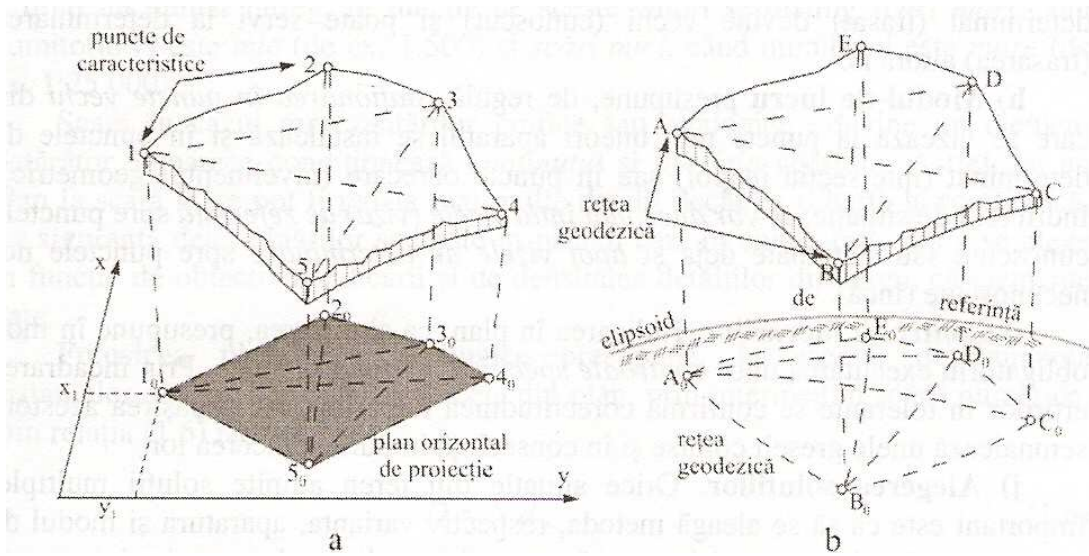


Fig.3.9. Proiecția punctelor a- în topografie, b- în geodezie

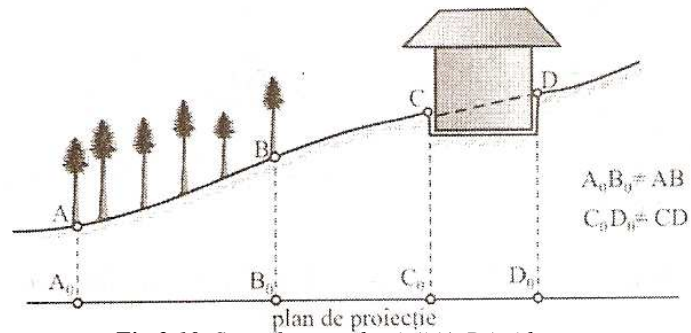


Fig.3.10. Suprafața productivă (A₀B₀) și baza construcțiilor (C₀D₀)

Reducerea distanțelor la orizont. În lucrările topografice realizate pe arii restrânse, încadrate în rețelele geodezice, punctele caracteristice de pe suprafața topografică sunt *trecute în planul orizontal* prin proiecții paralele, perpendiculare pe acesta (fig.3.10). În consecință, distanțele înclinate din teren sunt *reduse la orizont*, astfel încât pe planuri și hărți este reprezentată întotdeauna *suprafața utilă de construcție* respectiv *suprafața productivă* (fig.3.11). La trasare, distanțele de pe plan trebuie trecute la panta terenului înainte de a fi aplicate. Punctele rețelilor geodezice se trec însă de elipsoidul de referință prin *proiectante normale* la suprafața lui, ce converg în centrul Pământului (fig.3.10).

e) Etape de lucrări. Pentru ridicarea în plan se execută succesiv *proiectarea lucrărilor, măsurători în teren și operațiuni de birou* (calculare, raportare); la trasarea construcțiilor ordinea ultimelor două se schimbă. Evident, toate etapele sunt importante, dar hotărâtoare se dovedește *faza de proiectare*, în care se stabilește modul de încadrare a ridicării în rețeaua geodezică și se aleg punctele rețelei de ridicare. *Operațiile sunt definitorii* pentru personalitatea operatorului în raport cu lucrările de rutină ce se desfășoară în continuare.

f) Succesiunea determinărilor. Ridicarea în plan, ca și trasarea, se execută din aproape în aproape, *de la puncte cunoscute* la cele *necunoscute*, respectiv de la punctele rețelei geodezice la cele de detaliu. Un punct nou (necunoscut) odată determinat (trasat) devine vechi (cunoscut) și poate servi la determinarea (trasarea) altora noi.

g) Modul de lucru presupune, de regulă, *staționarea în puncte vechi* din care se vizează la puncte noi; uneori aparatul se instalează și în punctele de determinat (intersecția înapoi) sau în puncte oarecare (nivelmentul geometric). Indiferent de situație, *se vor duce mai întâi vizele (viza) de referință* spre punctele cunoscute sau staționate deja și *apoi vizele de determinare* spre punctele noi necunoscute încă.

h) Controlul lucrărilor. Ridicarea în plan, ca și trasarea, presupune în mod obligatoriu executarea unor *controale specifice*, parțiale și finale. Prin încadrarea erorilor în toleranțe se confirmă corectitudinea lucrărilor, iar depășirea acestora semnalizează unele greșeli comise și în consecință impune refacerea lor.

i) Alegerea soluțiilor. Orice situație din teren admite soluții multiple. Important este ca să se aleagă metoda, respectiv varianta, aparatul și modul de lucru, care *să asigure precizia cerută cu maximum de randament și minimum de cheltuieli*. Această etapă a lucrărilor este așadar hotărâtoare, definind în esență competența și profesionalismul operatorului.

PRODUSE TOPOGRAFICE ÎN FORMAT GRAFIC (ANALOGIC)

Prezentare generală

Ridicările în plan se finalizează prin unele reprezentări specifice, ce urmăresc redarea cât mai corectă și sugestivă a terenului. Se obțin astfel, în funcție de conținut, *hărți, planuri și profile topografice*, piese ce pot ilustra detaliile existente de suprafață sau relieful pe anumite direcții. După caz, în funcție de perioada realizării lor, aceste produse finale se pot prezenta fie sub *formă grafică*, clasică, ce va fi discutată aici, fie sub *formă digitală*, modernă, obligatorie în prezent, care va fi prezentată în continuare.

În principiu, rezultatele măsurătorilor topografice sunt *reprezentări convenționale ale terenului*, prin care distanțele orizontale și verticale sunt reduse într-o anumită proporție. *Raportul de scară* în care numărătorul este egal cu unitatea, iar numitorul, de o valoare rotundă, arată de câte ori au fost micșorate distanțele din teren D spre a fi reprezentate pe plan d , se poate scrie:

$$Sc = \frac{d}{D} = \frac{1}{D/d} = \frac{1}{N} \quad (3.6)$$

În reprezentările grafice se utilizează *scările de micșorare*, al căror numitor N poate avea, conform STAS 2-59, valorile:

$$10^n, 2 \times 10^n, 5 \times 10^n, \text{ eventual } 2,5 \times 10^n \quad (3.7)$$

n fiind un număr întreg. În funcție de aceste valori se disting *scări mari* când numitorul N este *mic* (de ex. 1:500) și *scări mici*, când numitorul este *mare* (de ex. 1:25.000).

Scara în cazul reprezentărilor grafice sau analogice devine un element hotărâtor, deoarece condiționează *conținutul și precizia* acestora. Astfel, pe un plan de scară mare pot fii redade mai multe detalii decât pe o hartă la scară mică, iar siguranța determinărilor sporește în primul caz. În consecință, scara se alege în funcție de obiectivul ridicării și de densitatea detaliilor din teren, ca elemente date.

Folosirea planurilor analogice presupune, în esență, determinarea distanțelor din teren în funcție de cele din plan, prin intermediul scării numerice. Din relația (1.6) rezultă:

$$D = N \cdot d, \quad (3.8)$$

în legătură cu care trebuie reținut că:

- *numitorul* N este un număr adimensional, iar D și d ca mărimi lineare se consideră în aceeași unitate de măsură. Spre exemplu, la scara 1:5.000 un milimetru de pe plan reprezintă 5.000mm în teren, respectiv 5m, iar la scara 1:25.000 va reprezenta 25m;
- *scara grafică* permite citirea directă a distanței corespunzătoare din teren și suprimarea calculelor. Un asemenea auxiliar (scărar) are forma unei *rigle speciale*, de secțiune triunghiulară sau a unei *lere* cu riglete din plastic pentru scările cele mai frecvente;
- *precizia grafică* de citire sau de raportare este de $\pm 0,2\text{mm}$ la scara planului pentru o vedere normală, ceea ce înseamnă că la scara 1:500 eroarea de evaluare a unei distanțe din teren este de $\pm 10\text{cm}$, iar la scara 1:10.000 de $\pm 2\text{m}$.

În cazul planurilor digitale, bazate pe ridicări numerice, aspectele menționate mai sus pierd din importanță, având în vedere multiplele avantaje ale acestora: sunt depozitate în memoria calculatorului sau pe memorii mobile (laptop), pot fi vizionate în ansamblu sau pe porțiuni, se listează la scara dorită, problemele de calcul se rezolvă automat ș.a..

Clasificarea reprezentărilor cartografice

Produsele ridicărilor geotopografice pot fi clasificate după mai multe criterii, în toate cazurile elementele definitorii rămânând *precizia* și *conținutul*. În principiu, distingem *planuri* și *hărți* ce conțin suprafețele de teren proiectate pe un *plan orizontal* și *profile topografice*, ce redau relieful pe anumite direcții prin proiecție pe un *plan vertical*.

După scară reprezentările grafice în plan orizontal pot fi grupate în (tab.3.1):

- *planuri topografice* întocmite la *scară mare*, până la 1/10.000, ce cuprind suprafețe mici de teren, dar cu multe detalii, respectiv corpuri de proprietate, o zonă a unui cartier, un sector cadastral, etc. În cazul unor teritorii administrative, comune, orașe, planurile se întocmesc pe mai multe *foi* sau *secțiuni*, ce se racordează între ele conform unor scheme de dispunere.
- *hărțile* sunt reprezentări la *scări mici*, pe cuprind pe aceeași foaie suprafața unui oraș, județ, provincii sau a țării. Scara nu mai este riguros constantă pe tot cuprinsul hărții, ci

variază lejer în funcție de sistemul de proiecție adoptat, de suprafață și numitorul N . În funcție de scară se disting *hărți topografice* și *hărți geografice* (tab.1.1).

Planurile topografice, ca produse reprezentative ale ridicărilor curente, se pot prezenta sub două forme diferite:

- *analogică*, respectiv *grafică*, obișnuită, la purtător, cunoscută din lucrările topografice și fotogrammetrice clasice, ce redau la o anumită scară detaliile terenului folosind puncte, linii, forme, simboluri și/sau culori;
- *digitală* sau *analitică*, bazată pe *ridicări numerice*, ce presupun calculul coordonatelor punctelor caracteristice care definesc entitățile și elementele topografice ale terenului ce pot fi ordonate, la nevoie, pe straturi tematice (layere). *Planul de ansamblu* rezultă din sinteza acestora și poate fi afișat, vizualizat și tipărit (printat) la orice scară în ansamblu sau pe straturi, permițând intervenții și operarea de modificări.

Din motive practice, pentru utilizarea pe teren, planul digital se prezintă întotdeauna și sub *formă grafică*, analogică sau se transferă în *laptop*.

Clasificarea reprezentărilor cartografice

Tabelul 3.1

Felul reprezentării	Interval de scară	Scări efective		Precizia grafică
Hărți geografice	$N > 200\ 000$	Diverse		
Hărți topografice	1/ 200 000	1/ 200 000 1/ 200 000 1/ 50 000 1/ 25 000		În general \pm 0,2mm la scara planului
Planuri topografice (analogice)	1/ 10 000 1/ 5 000	1/ 10 000 1/ 5 000		
Planuri de situație (analogice)	$N \leq 2500$	1/ 2500 1/ 2000 1/ 1000 1/ 500	1/ 500 1/ 250 1/ 200	

Profilele topografice, ca reprezentări ale liniei de intersecție dintre suprafața terenului și un plan vertical, pot fi:

- *longitudinale*, când planul vertical se consideră desfășurat în lungul unei direcții date (axul unui drum, a unei văi etc). Pentru a fi mai expresive, scara lungimilor se ia mai mare decât a înălțimilor de 10, 20, 25, 40 sau 50 ori, după caz;
- *transversale*, când planul vertical este dispus perpendicular pe direcția dată. În acest caz, graficul cuprinde ca punct central unul comun cu profilul longitudinal, iar scările de raportare în plan și în înălțime sunt egale.

Aceste reprezentări sunt specifice proiectelor instalațiilor de transport – drumuri, căi ferate, funiculare – constituind suportul pentru fundamentarea soluțiilor propuse.

Planuri în format grafic

Planurile și hărțile, ca produse cartografice specifice, se dovedesc a fi piese valoroase în rezolvarea unor probleme de ordin tehnic, economic sau social. Aducând la birou imaginea terenului, prin informațiile furnizate comod și rapid, este posibilă analiza unor situații, luarea unor hotărâri și implicit transpunerea lor în practică. Utilitatea, valoarea unui plan topografic pentru un anumit domeniu de activitate, este condiționată de o serie de factori ce pot spori sau limita cantitatea de informații reprezentată sau furnizată.

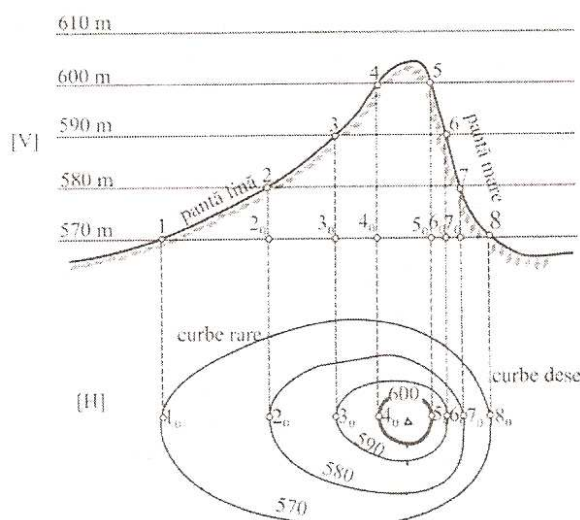


Fig.3.12 Sistemul curbelor de nivel

Scara planului grafic este, după cum s-a arătat, o caracteristică de bază a acestui format de prezentare. În esență ea este definitorie pentru restul trăsăturilor deoarece un plan la scară mare poate asigura atât o *precizie mai bună*, un conținut *mai detaliat* cât și o *acuratețe superioară* reprezentărilor la scară mică. După cum s-a arătat, acest element își pierde din importanță și devine ne semnificativ în cazul planurilor în format digital.

Conținutul planului cuprinde, de regulă, două categorii de elemente topografice:

➤ *detalii de planimetrie*, respectiv tot ceea ce se găsește pe suprafața terenului sau în subteran și care pot fi *naturale* (ape, păduri, fânețe, mlaștini) sau *artificiale*, create de om (construcții propriu-zise, drumuri, căi ferate, tuneluri). După caz, ele se reprezintă *la scară*, prin *semne convenționale*, prin *simboluri* și uneori prin *culori* pentru a le face mai sugestive;

➤ *detaaliile de altmetrie*, respectiv *relieful* unei suprafețe de teren, ce se redau prin *curbe de nivel* rezultate din intersecția acestora cu plane orizontale echidistante după alura și valoarea

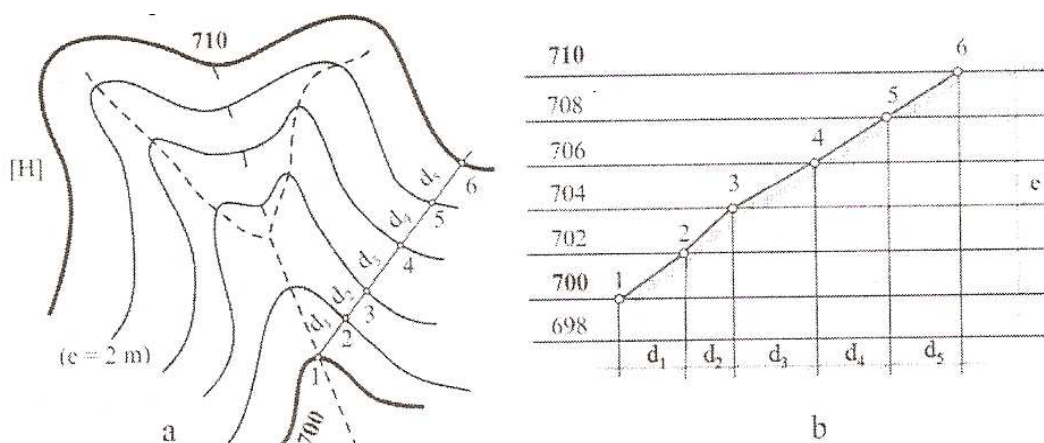


Fig.3.14. Profilul terenului: a- plan de situație; b- profil pe direcția 1-6

căroră se disting *formele de relief* (fig.3.14 și fig.3.15). Pe anumite direcții relieful se reprezintă prin *profile*, ce rezultă prin secționarea suprafeței topografice cu un plan vertical (fig.15).

Informații suplimentare privind metodologia reprezentării terenului sunt date în partea finală (§ 7).

Precizia planului, definită de siguranța poziționării detaliilor, este hotărâtoare în furnizarea unor elemente din teritoriul reprezentat, ca și în rezolvarea unor probleme tehnice. Efectiv ea depinde de metoda și aparatul folosit la măsurători și raportare, de formatul analogic sau digital de prezentare, de natura suportului original, modul de multiplicare a copiilor ș.a.

Calitatea unui plan, privită în ansamblu, este definită de *precizia* și *conținutul* lui, ultima trăsătură incluzând și acuratețea, respectiv gradul de corespondență a entităților și detaliilor topografice cu realitatea din teren. În cazul *planului grafic* se adaugă *lizibilitatea* lui și *starea suportului* (hârtiei) ce condiționează posibilitatea identificării detaliilor și măsurării elementelor topografice din conținut.

Utilizări ale planului grafic

Recunoașterea terenului

În format analogic planul topografic poate fi folosit în scopuri multiple, devenind util multor domenii de activitate. Volumul și certitudinea informațiilor depinde de conținutul

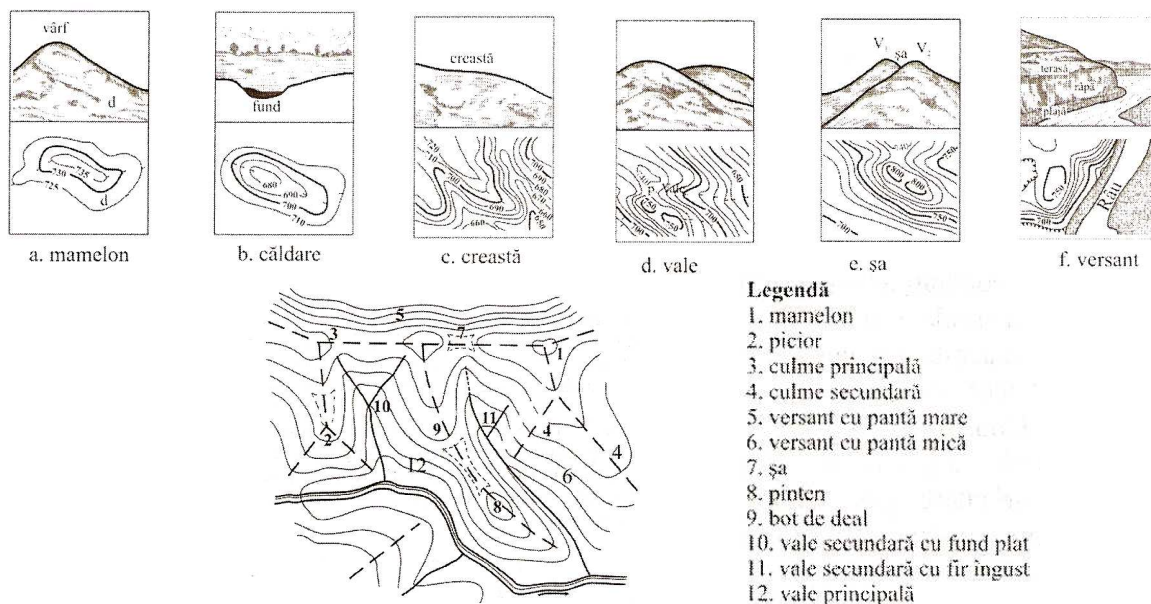


Fig.3.15. Representarea diverselor forme de

reprezentării, de acuratețea și de actualitatea acestora, de condițiile de studiu ș.a. Aprecierile sunt făcute în general pentru că planurile tematice, care urmăresc obiective nominalizate, furnizează date suplimentare mult mai detaliate.

Citirea planului, respectiv studierea lui la birou, oferă o primă imagine a terenului și

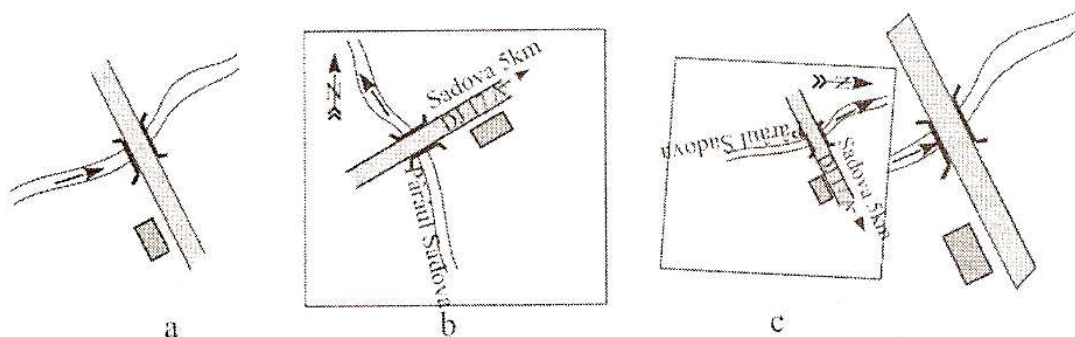


Fig.3.16 Orientarea planului în teren: a- terenul; b- planul; c- planul orientat

recunoașterea elementelor de suprafață (localități, păduri, drumuri etc.), cât și a formelor de relief (văi, culmi, bazine ș.a.). La deschiderea zonei, detaliile se poziționează în raport cu altele mai importante, ușor de identificat și folosind direcțiile cardinale.

Recunoașterea terenului în amănunt presupune parcurgerea lui cu harta în mână și identificarea în teren a detaliilor figurate pe aceasta. Pentru ușurință, în orice punct al deplasării se procedează inițial la *orientarea planului*, respectiv la *omoloagele lor în teren* (fig.10). Orientarea se poate realiza și cu busola, aducând latura ei scurtă, sau direcția nord marcată printr-o săgeată, paralelă cu acul busolei lăsat liber și liniștit (fig.3.17). Un detaliu fotografic din natură, reprezentat prin semnul convențional respectiv, se identifică pe teren căutându-l pe direcția indicată de hartă și la distanța corespunzătoare.

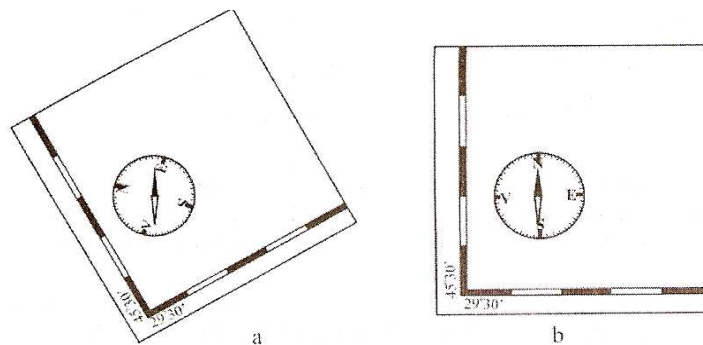


Fig.3.17 Orientarea hărții cu busola: a- hartă neorientată; b- hartă orientată

Determinarea unor elemente de planimetrie

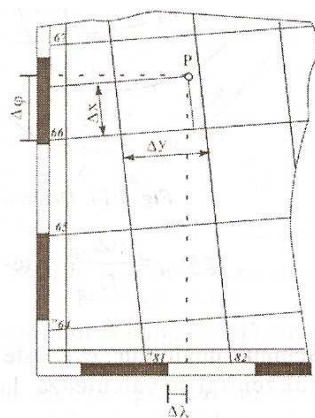


Fig3.18.- Coordonatele geografice (φ , λ) și plane (x , y)

Coordonatele geografice, latitudinea φ și longitudinea λ , se deduc pe o hartă prin interpolare liniară. În acest scop se folosește caroiajul geografic și paralelele duse la aceasta prin punctul P de determinat, care permit determinarea creșterilor $\Delta\varphi$ și $\Delta\lambda$ necesare (fig.12).

Coordonatele plane X și Y se determină apelând la caroiajul geometric trasat pe plan, dar procedeul este greoi și puțin precis. La coordonatele originii pătratului, care se citesc direct, se adaugă creșterile ΔX și ΔY deduse grafic de pe plan iar pentru control determinarea se repetă, în funcție de colțul diametral opus, când trebuie să se ajungă la rezultate apropiate (fig.12).

Distanța orizontală D dintre două puncte rezultă conform relației. Practic, se folosesc *scărare*, gradate pentru valorile curente, cu care distanța se citește direct. Pentru o linie sinuoasă, se folosește *curbimetrul*, care înregistrează și afișează lungimea după parcurgerea întregului traseu cu rola. Precizia determinărilor depinde de scara planului.

Distanța înclinată (l sau L), folosită la trasări, se obține din distanța orizontală D și unghiul de înclinare φ sau zenital z , cunoscute sau deduse de pe plan (fig.1.19):

$$L_{AB} = \frac{D_{AB}}{\cos \varphi_{AB}} ; L_{AB} = \frac{D_{AB}}{\sin \varphi_{AB}} \quad (3.9)$$

Suprafețele pot fi evaluate pe căi diferite, în funcție de forma lor și de precizia urmărită. În cazul planurilor grafice se apelează la *planimetrie*, procedeu aplicabil în orice situație și la *metodele grafice*, care sunt greoaie și limitate ca randament și precizie.

Unghiuri orizontale și orientările se măsoară pe plan cu un raportor profesional, cu diametrul de cel puțin 20 – 25cm.

Stabilirea unor elemente de altimetrie

Cota Z_A a unui punct situat pe o linie de nivel se citește direct, având exact valoarea acesteia (fig.14). În cazul unui punct P , situat între două curbe de nivel, ea se deduce printr-o interpolare folosind linia de cea mai mare pantă $A-P-B$ respectiv cea mai scurtă dreaptă ce trece prin P și unește curbele vecine. Se determină distanțele $AB=d$ și $AP=d_1$ măsurate pe plan, se stabilește echidistanța e a liniilor de nivel, iar cota va deveni:

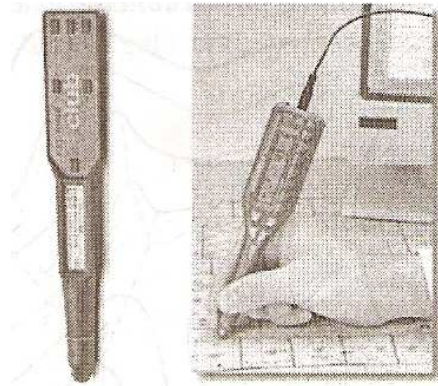


Fig.3.19. Curbimetru electronic

$$Z_p = Z_A + x \quad \text{unde} \quad x = e \cdot \frac{d_1}{d}, \quad (1.10)$$

Unghiul de înclinare, φ_{AB} , se calculează funcție de distanța orizontală D_{AB} și diferența de nivel ΔZ_{AB} calculată din cotele celor două puncte deduse de pe plan:

$$\operatorname{tg} \varphi_{AB} = \frac{\Delta Z_{AB}}{D_{AB}}, \quad \text{respectiv} \quad \varphi_{AB} = \operatorname{arctg} \frac{Z_B - Z_A}{D_{AB}} \quad (1.11)$$

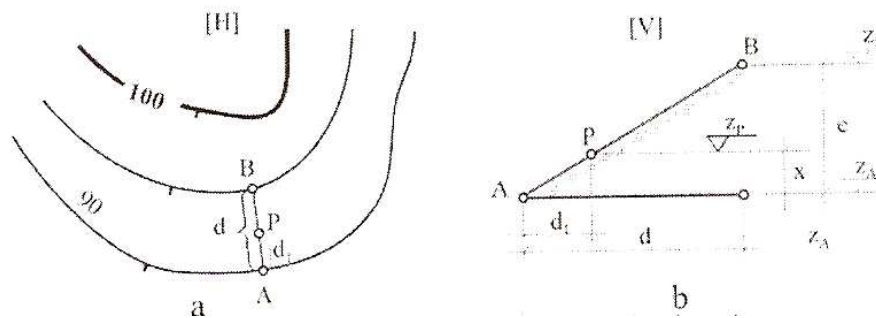


Fig.3.20. Determinarea cotei: a-plan; b-elevație

Semnul unghiului φ_{AB} este dat de semnul diferenței de nivel, iar unghiul zenital se calculează, la nevoie, prin diferență (fig.1 a):

$$Z_{AB} = 100 - \varphi_{AB}$$

Panta p a liniei terenului, definită ca tangentă a unghiului de înclinare și exprimată la sută (procente) sau la mie (promile), se deduce din elementele de mai sus:

$$p\% = \operatorname{tg} \varphi \cdot 100 = \frac{\Delta Z}{D} \times 100; \quad p\text{‰} = \operatorname{tg} \varphi \cdot 1000 = \frac{\Delta Z}{D} \times 1000 \quad (3.13)$$

Aceste valori reprezintă creșterea sau descreșterea pe verticală, corespunzătoare unei deplasări pe orizontală cu 100m, respectiv 1.000m. Din punct de vedere *tehnic*, în primul caz este vorba de *rampă* (ascendentă), iar în al doilea de *pantă* (descendentă).

Profilul terenului pe o anumită direcție, definit ca linia de intersecție a suprafeței topografice a terenului cu un plan vertical, se întocmește cu ajutorul a două elemente geometrice: *distanțele reduse* la orizont dintre puncte și *cotele acestora* (sau diferențele de nivel), elemente ce se deduc de pe plan. Picheții, respectiv *punctele caracteristice*, se consideră aici la intersecția direcției profilului cu curbele de nivel, apreciind că între două asemenea linii consecutive *panta terenului este continuă*.

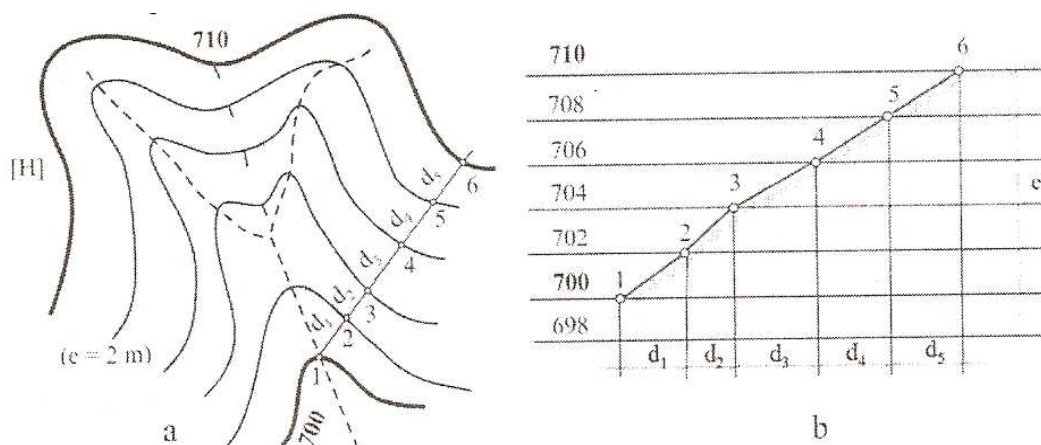


Fig.3.21. Profilul terenului: a- plan de situație; b- profil pe direcția 1-6

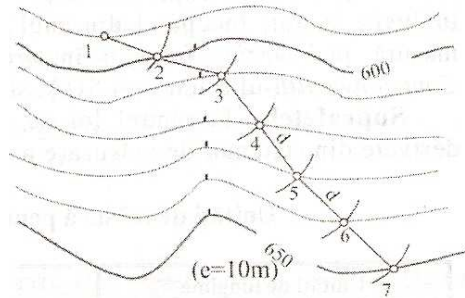


Fig.16. Trasarea pe plan a unei linii de pantă dată

Profilul longitudinal al traseului 1-6 se obține din raportarea picheților 1, 2, ..., 6 pe o linie orizontală, folosind distanțele dintre ei reduse la o anumită scară. Față de acest plan de comparație, se reprezintă punctele în înălțime, în funcție de cote sau de diferența de nivel, redată la o scară de 10...50 ori mai mare decât scara lungimilor, în funcție de relief. Linia terenului, respectiv profilul în lung, rezultă din unirea punctelor astfel obținute (fig.15).

Profilul transversal într-un punct dat de pe profilul în lung se întocmește pe o direcție perpendiculară a acestuia, după același principiu, folosind însă *aceeași scară* atât pentru lungimi cât și pentru înălțimi.

Trasarea unei linii de pantă dată se impune la proiectarea instalațiilor de transport, pentru a marca traseul cel mai scurt pe care nu se depășește o declivitate $p\%$, dată. În funcție de aceasta și de echidistanța e a liniilor de nivel se deduce distanța orizontală d minimă corespunzătoare pantei $p\%$:

$$p\% = \operatorname{tg} \varphi \cdot 100 = \frac{e}{d} \cdot 100, \% \quad (3.14)$$

de unde:

$$d = \frac{e}{p} \cdot 100 \quad (3.15)$$

Distanța redusă la scară $d=d/N$ se ia în distanțier și se aplică pe plan, din aproape în aproape, suprapunând vârfurile pe curbele de nivel consecutive. Se obține astfel o linie frântă, pe pantă continuă, ce se încadrează în declivitatea maximă admisă ($p\%$) deoarece la distanțe egale corespunde aceeași diferență de nivel.