

**ANTON NĂSTASE
GABRIELA OSACI-COSTACHE**

**TOPOGRAFIE
CARTOGRAFIE**

Ediția a II-a revăzută

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ANTON NĂSTASE, GABRIELA OSACI-COSTACHE

Topografie, cartografie / Anton Năstase, Gabriela Osaci-Costache.-

Ed. a 2-a, rev. – București, Editura Fundației *România de Mâine*, 2005

232 p.; 20,5 cm

Bibliogr.

ISBN 973-725-462-7

I. Osaci-Costache, Gabriela

528.425(075.8)

528.9(075.8)

© Editura Fundației *România de Mâine*, 2005

Redactor: Mihai IORDĂNESCU

Tehnoredactor: Marcela OLARU

Coperta: Cornelia PRODAN

Bun de tipar: 13.12.2005; Coli tipar: 14,5

Format: 16/61×86

Splaiul Independenței, Nr. 313, București, S. 6, O. P. 83

Tel./Fax.: 316 97 90; www.spiruharet.ro

e-mail: contact@edituraromaniademaine.ro

UNIVERSITATEA *SPIRU HARET*
FACULTATEA DE GEOGRAFIE

ANTON NĂSTASE
GABRIELA OSACI-COSTACHE

TOPOGRAFIE
CARTOGRAFIE

Ediția a II-a revăzută

EDITURA FUNDAȚIEI *ROMÂNIA DE MÂINE*
București, 2005

CUPRINS

NOȚIUNI INTRODUCTIVE	11
01. Definiția și obiectul topografiei și cartografiei	11
02. Dezvoltarea măsurătorilor terestre	12
03. Dezvoltarea cartografiei	16
04. Noțiuni și formule utilizate în topografie și cartografie	26
05. Noțiuni despre erori în topografie	40
05.1. Generalități	40
05.2. Erorile și clasificarea lor	41
05.3. Relații între erori și corecții	43
06. Forma și dimensiunile Pământului	43
TOPOGRAFIA	51
A. Planimetria	53
1. Marcarea și semnalizarea punctelor topografice	53
1.1. Marcarea punctelor topografice	53
1.2. Semnalizarea punctelor	54
1.3. Jalonarea unui aliniament	55
1.3.1. Jalonarea unui aliniament în linie dreaptă	55
1.3.2. Jalonarea unui aliniament între două puncte fără vizibilitate	56
1.3.3. Jalonarea unui aliniament peste o vale	56
2. Măsurarea distanțelor	57
2.1. Măsurarea directă	57
2.2. Măsurarea indirectă (optică sau prin tahimetrie)	61
2.3. Măsurarea prin unde	61
3. Instrumente și metode de măsurare a unghiurilor topografice	61
3.1. Echerul topografic și probleme rezolvate cu el	61
3.2. Teodolitul	66

3.2.1. Luneta teodolitului	66
3.2.2. Lunete de construcție specială	67
3.2.3. Cercul vertical	69
3.2.4. Cercul alidad	69
3.2.5. Cercul orizontal sau limbul gradat	69
3.2.6. Nivelele	70
3.2.7. Dispozitive de citire a unghiurilor topografice ...	70
3.2.8. Busola și declinatorul	72
3.2.9. Trepiedul	73
4. Metode de măsurare a unghiurilor topografice cu teodolitul	73
4.1. Metode de măsurare a unghiurilor orizontale	73
4.1.1. Metoda simplă	73
4.1.2. Metoda repetiției	74
4.1.3. Metoda reiterației	75
4.1.4. Metoda Schreiber	76
4.2. Măsurarea unghiurilor verticale	76
5. Metode de ridicare în plan a unei suprafețe	77
5.1. Triangulația topografică locală	77
5.1.1. Proiectarea triangulației și recunoașterea terenului	78
5.1.2. Baza de triangulație locală	78
5.1.3. Măsurarea unghiurilor și orientarea triangulației	81
5.1.4. Compensarea triangulației	84
5.1.4.1. Compensarea unei rețele de triangulație în formă de poligon cu punct central	84
5.1.4.2. Compensarea unei rețele în formă de lanț de patrulare	87
5.1.4.3. Compensarea unei rețele în formă de lanț de triunghiuri	88
5.1.5. Calculul lungimii laturilor de triangulație	88
5.1.6. Calculul orientărilor laturilor de triangulație ...	89
5.1.7. Calculul coordonatelor punctelor de triangulație	89
5.2. Metoda intersecției	90
5.2.1. Metoda intersecției înainte	90
5.2.1.1. Formulele de calcul cu tangenta orientării	91
5.2.1.2. Formulele de calcul cu cotangenta orientării	91

5.2.2. Metoda intersecției înapoi (retrointersecția)	92
5.3. Metoda drumuirii	93
5.3.1. Metoda drumuirii sprijinită pe două puncte	94
5.3.1.1. Operații pe teren	94
5.3.1.2. Operații în birou	94
5.3.2. Metoda drumuirii închisă pe punctul de plecare	98
5.4. Metoda radierii sau metoda coordonatelor polare	100
5.5. Metoda echerării sau metoda coordonatelor echerice ..	103
B. Altimetria	105
6. Noțiuni introductive	105
6.1. Suprafețe de nivel, altitudini, diferențe de nivel, adâncime	105
6.2. Felurile nivelmentului	107
6.3. Marcarea și semnalizarea punctelor în nivelment	107
6.4. Rețele de sprijin de nivelment	110
7. Nivelmentul geometric	111
7.1. Instrumente de nivelment geometric	111
7.1.1. Instrumente de nivelment fără lunetă	111
7.1.2. Instrumente de nivelment cu lunetă	111
7.2. Procedee în nivelmentul geometric	113
7.3. Metode în nivelmentul geometric	115
7.3.1. Metoda drumuirii	115
7.3.1.1. Metoda drumuirii sprijinită pe două puncte de cote cunoscute	116
7.3.1.2. Metoda drumuirii în circuit închis.	118
7.3.2. Metoda radierii	118
7.3.3. Metoda drumuirii combinată cu metoda radierii	119
7.3.4. Metoda profilelor	120
7.3.4.1. Nivelmentul transversal al albiei unui râu	121
7.3.4.2. Batimetria unui lac	123
7.3.5. Metoda pătratelor	123
7.3.6. Controlul nivelmentului geometric	123
8. Nivelmentul trigonometric	124
8.1. Generalități	124
8.2. Nivelmentul trigonometric la distanțe mici	125
8.3. Nivelmentul trigonometric la distanțe mari	126
8.4. Metodele nivelmentului trigonometric	127
8.4.1. Metoda drumuirii	127
8.4.2. Metoda radierii	128

C. Ridicări speciale	129
9. Ridicări tahimetrice	129
9.1. Generalități	129
9.2. Tahimetria cu mire verticale	129
9.3. Tahimetria cu mire orizontale	131
9.4. Metode de ridicări tahimetrice	131
10. Ridicări cu busola topografică	132
10.1. Generalități	132
10.2. Busola topografică cu ac magnetic	132
10.3. Busola topografică cu disc	133
10.4. Metode de ridicare cu busola topografică	133
10.4.1. Metoda drumuirii	133
10.4.1.1. Metoda drumuirii obișnuite	134
10.4.1.2. Metoda drumuirii cu stații sărite	134
10.4.2. Metoda radierii	134
10.5. Raportarea punctelor determinate prin ridicări cu busola topografică	135
CARTOGRAFIA	137
12. Planuri, hărți, atlase	139
12.1. Definiția planurilor și hărților	139
12.2. Clasificarea planurilor și hărților	139
12.2.1. Clasificarea planurilor	139
12.2.2. Clasificarea hărților	140
12.3. Elementele planurilor și hărților	141
12.3.1. Elementele planurilor și hărților topografice ..	141
12.3.1.1. Cadrul hărților	141
12.3.1.2. Elementele din exteriorul cadrului hărți	143
12.3.1.3. Elementele din interiorul cadrului hărți	148
12.3.1.4. Inscriptiile pe hărți	160
12.3.2. Elementele hărților geografice la scări mici ...	167
12.4. Atlasele și clasificarea lor	168
12.5. Importanța hărților	170
13. Sisteme de proiecții și clasificarea lor	172
13.1. Definiția și elementele unui sistem de proiecție	172
13.2. Clasificarea sistemelor de proiecții	173
13.2.1. Clasificarea după deformări	173

13.2.2. Clasificarea după poziția planului de proiecție față de sfera terestră	174
13.2.3. Clasificarea după modul de construcție	175
13.2.4. Clasificarea după utilizare	177
13.3. Proiecții cartografice	178
13.3.1. Proiecția azimutală ortografică polară	178
13.3.2. Proiecția azimutală stereografică oblică	179
13.3.3. Proiecția azimutală stereografică 1970	181
13.3.4. Proiecția azimutală centrală polară	182
13.3.5. Proiecția cilindrică Mercator	184
13.3.6. Proiecția conică Ptolemeu	186
13.3.7. Proiecția Mollweide	187
13.3.8. Proiecția Grinten	190
13.3.9. Proiecția globulară sau sferică	192
13.3.10. Proiecția stelată	194
14. Întocmirea hărților tematice	196
14.1. Lucrările redacționale pregătitoare	196
14.2. Întocmirea originalului hărții	197
14.3. Metode de reprezentare	199
14.3.1. Metode statistice	200
14.3.1.1. Diagrama	200
14.3.1.2. Cartograma	209
14.3.1.3. Cartodiagrama	211
14.3.2. Metode cartografice	213
14.3.2.1. Metoda semnelor	213
14.3.2.2. Metoda arealelor	215
14.3.2.3. Metoda fondului calitativ	217
14.3.2.4. Metoda liniilor de mișcare sau dinamice	218
14.3.2.5. Metoda izoliniilor	220
14.3.2.6. Metoda punctului	221
14.4. Scrierea și amplasarea denumirilor pe hărțile tematice	224
<i>Glosar</i>	225
<i>Bibliografie</i>	231

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

01. DEFINIȚIA ȘI OBIECTUL TOPOGRAFIEI ȘI CARTOGRAFIEI

Topografia (topos – loc; graphein – a descrie) este știința care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor utilizate în ridicările topografice cu scopul întocmirii planurilor topografice. Cu alte cuvinte, obiectul topografiei îl constituie ridicarea în plan a unor suprafețe terestre. De menționat că măsurătorile acestea se fac pe suprafețe restrânse și drept urmare ele nu sunt afectate de influența curburii Pământului, iar calculele se realizează cu ajutorul matematicilor inferioare.

Rezultatul ridicărilor topografice este planul topografic, pe care elementele de pe suprafața topografică sunt reprezentate prin proiecțiile lor orizontale, micșorate convențional. Punctele de pe suprafața terestră sunt redată pe planul cu două dimensiuni, prin cele trei coordonate X, Y și H, adică atât în plan, cât și în spațiu sau altimetric.

În cazul topografiei se deosebesc două părți distincte: **planimetria** și **altimetria (nivelmentul)**. Pe lângă topografia propriu-zisă, cunoscută sub denumirea de *topografie generală* și care se execută pe suprafața terestră (de aici și denumirea de *topografie la zi*), mai există și o topografie care se practică în subteran și numită *topografie minieră*. În funcție de domeniile în care se aplică, se pot identifica: *topografia forestieră*, *topografia inginerescă*, *topografia hidrologică*, *topografia militară* ș.a.

Cartografia este definită ca ansamblul studiilor și operațiunilor științifice, artistice și tehnice care intervin, pornind de la rezultatele observațiilor directe sau exploatarea unei documentații, pentru elaborarea și întocmirea hărților, planurilor și a altor moduri de reprezentare, și până la folosirea acestora.

Obiectul de studiu al cartografiei îl constituie pe de o parte reprezentarea suprafeței curbe a Pământului pe o suprafață plană (harta), iar pe de altă parte modalitățile de utilizare a hărților în diferite scopuri militare, științifice, practice etc.

La începuturile sale, cartografia făcea parte integrantă din geografie, deoarece aceasta se ocupa nu numai cu descrierea suprafeței Pământului, ci și

cu reprezentarea lui în plan, idee reluată în prezent de unii specialiști, care o consideră ramură a geodeziei și a sistemului de științe geografice, care se ocupă cu teoria și metodele de întocmire și folosire a hărților topografice, geografice și tematice. Cu timpul, cartografia a devenit o știință aparte cu mai multe ramuri: cartologia, cartografia matematică sau teoria proiecțiilor cartografice, întocmirea hărților, cartoreproducerea și cartometria.

Cartologia este ramura care se ocupă cu studiul metodelor de reprezentare a elementelor de pe suprafața terestră pe hărți, de-a lungul timpului, respectiv cu istoricul cartografiei.

Cartografia matematică sau **teoria proiecțiilor cartografice** se ocupă cu studiul diferitelor procedee de a reprezenta elipsoidul terestru pe un plan, folosind calcule matematice.

Întocmirea hărților este ramura care studiază metodele necesare pentru confecționarea originalului hărții.

Cartoreproducerea sau editarea hărților studiază metodele și procedeele tehnice de editare a originalului hărții și de multiplicare a acestuia.

Cartometria este ramura cartografiei care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor necesare diferitelor măsurători ce se pot efectua pe planuri și hărți.

În etapa actuală, ca urmare a dezvoltării științei și tehnicii, care necesită realizarea de cât mai multe și mai diversificate hărți, precum și datorită particularităților întocmirii acestora s-a individualizat o **cartografie topografică (generală)** și o **cartografie tematică (specială)**.

Prima se ocupă cu metodele de întocmire a hărților topografice la diferite scări (care sunt hărți generale), iar cea de-a doua, cu metodele de întocmire a hărților tematice sau speciale.

În cadrul cartografei tematice sunt incluse: *cartografia militară, cartografia fizico-geografică, cartografia economico-geografică, cartografia geologică* ș.a. De exemplu, din prima grupă fac parte: cartografia geomorfologică, cartografia pedologică, cartografia climatică etc.

Ca urmare a zborurilor cosmice a apărut *cartografia cosmică*, ce se ocupă cu cartografierea suprafețelor corpurilor cerești.

0.2. DEZVOLTAREA MĂSURĂTORILOR TERESTRE

Măsurătorile terestre s-au dezvoltat în legătură directă cu progresele științei și tehnicii, ajungându-se de la măsurătorile din antichitate efectuate cu instrumente și metode simpliste la măsurătorile de arce de cerc de meridian pentru determinarea formei și dimensiunilor Pământului, începute în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea și continuate și azi.

O contribuție importantă la dezvoltarea măsurătorilor terestre au constituit-o: inventarea lunetei de către *Galileo Galilei* (în anul 1605), a metodei triangulației de către *Willebrord Snellius* (în 1616), măsurătorile de arce de meridian organizate de Academia de Științe din Franța pentru determinarea formei și dimensiunilor Pământului, precum și calcularea primilor elipsoizi de referință de către geodezii *Walbeck* (1819), *Bessel* (1841), *Delambre* (1850) ș.a.

În secolul al XIX-lea un eveniment deosebit l-a constituit realizarea legăturii geodezice între Europa și Africa de către serviciile geografice spaniol și francez.

În prima jumătate a secolului al XX-lea s-au continuat măsurătorile terestre pe întinderi mari, care au permis calcularea mai precisă a unor noi elipsoizi, dintre care amintim pe cei calculați de Hayford (1909) și F.N. Krasovski (1940), care au fost adoptați de către țara noastră ca elipsoizi de referință. Din 1992 România a adoptat elipsoidul WGS 84.

S-a inventat și utilizarea metodei trilaterăției, care constă în determinarea lungimii laturilor de triangulație, s-a construit aparatură geodezică electrooptică și radiogeodezică care permite măsurători de distanțe foarte mari cu precizie de asemenea mare.

Din a doua jumătate a secolului XX se poate vorbi, pe bună dreptate, de o nouă eră în domeniul măsurătorilor terestre, era cosmică, prin utilizarea sateliților artificiali la rezolvarea unor probleme legate de forma și dimensiunile Pământului.

Pe lângă procedeele clasice de înregistrare a obiectelor de pe suprafața terestră utilizate de fotogrammetrie, în ultimii ani au apărut și altele care aparțin unor noi ramuri, ca teledetecția și holografia.

De asemenea, s-au realizat și se vor realiza lucrări de importanță internațională ca: racordarea geodezică dintre Franța și nordul Africii, dintre Europa și Insulele Azore, precum și triangulația cosmică mondială.

O atenție deosebită s-a acordat măsurătorilor asupra Antarcticii, în acest sens constituindu-se un comitet științific internațional de cercetare, denumit SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) la care sunt membre toate statele care au stații permanente în Antarctica. În cadrul acestui comitet ființează 10 grupe de lucru, dintre acestea făcând parte grupa de geodezie și cartografie, care desfășoară o activitate în domeniul măsurătorilor utilizând aparatura cea mai modernă (aparate de teledetecție, imagini din sateliți etc.) în vederea realizării hărții topografice a Antarcticii.

Datorită noilor tehnici, prin lansarea sateliților artificiali ai Pământului, a apărut o nouă ramură a măsurătorilor terestre, *geodezia cosmică*. Aceasta poate fi divizată în *geodezia geometrică spațială* care se ocupă cu problemele

de geodezie la nivelul continentelor sau planetei și *geodezia dinamică spațială*, care determină relațiile dintre orbitele sateliților și câmpul gravitațional al Terrei pentru stabilirea formei sale reale. Măsurătorile cu sistem laser, de exemplu pe distanța Pământ – Lună se fac cu o precizie de ± 1 cm.

Pe măsura perfecționării, tehnicile fotografice geodezice satelitare s-au împărțit în trei categorii: tehnici fotografice (optice), tehnici radiotehnice (interferometrice și tehnici Doppler) și laseri satelitari (telemetre cu laser). Ultimele două categorii permit efectuarea de măsurători atât ziua, cât și noaptea.

Determinările GPS au produs schimbări majore în geodezie. GPS (Global Positioning System = Sistem de Poziționare Globală) reprezintă o tehnologie modernă care folosește un complex de sateliți cu ajutorul cărora se poate determina poziția oricărui punct de pe suprafața Pământului, într-un sistem unic de referință, cu ajutorul unor aparate specifice.

Determinările GPS folosesc efectul Doppler, adică variația frecvenței unui semnal când *emițătorul* (satelitul) și *receptorul* (stația căreia trebuie să i se determine poziția) se mișcă unul în raport cu celălalt. Principiul este următorul: satelitul emite un semnal codificat pe o frecvență stabilă, iar receptorul primește semnalul, îl decodifică, prelucrează informațiile și își determină poziția. Rețelele de emițatori și receptori formează sisteme satelitare de poziționare într-un cadru de referință global, ca de exemplu: GEOSTAR (SUA), NNSS TRANZIT (SUA), MOBILSAT (SUA), GLONASS (Rusia), NAVSTAR GPS (SUA), GRANAS (Germania).

Datorită avantajelor oferite (posibilitatea efectuării determinărilor non-stop, acceptarea lipsei vizibilității între puncte, precizia foarte bună, siguranța în funcționare ș.a.) sistemul GPS se utilizează în transporturile maritime, aeriene și terestre, dar și la lucrările geodezice, pentru crearea și îndeșirea rețelilor geodezice și a punctelor de coordonate cunoscute.

Recent s-a reușit acoperirea întregii Europe cu o rețea GPS continentală cu precizia de 3-5 cm (care se încadrează în Sistemul Geodezic Mondial – WGS 84), realizată într-o succesiune de campanii naționale.

Începuturile măsurătorilor terestre **în țara noastră** pot fi localizate în secolul al XVIII-lea când s-au executat determinări de longitudini și latitudini asupra unor orașe ca: București, Târgoviște, Galați și Iași de către *Hrisant Nottara* (1716) și *Giussepe Boscovici* (1776).

Începutul secolului al XIX-lea înregistrează un eveniment deosebit în dezvoltarea măsurătorilor terestre românești și anume: atât în Moldova, prin *Gh. Asachi* (1813), cât și în Muntenia, prin *Gh. Lazăr* (1818), s-a introdus pentru prima dată topografia ca obiect de studiu în învățământul românesc.

De la Gh. Lazăr a rămas și un manual intitulat „Trigonometria cu ridicarea de planuri topografice”, care a apărut în anul 1821.

În anul 1864 s-a introdus *sistemul metric*, iar în 1866 folosirea lui a devenit obligatorie. Intensificarea preocupărilor în domeniul măsurătorilor topografice a determinat înființarea în anul 1868 a „Depositului științific de resbel”, prima instituție de acest gen. O primă problemă ce trebuia rezolvată de acest „Deposit” se referea la executarea triangulației din Moldova, Dobrogea și Muntenia. Lucrările au durat din anul 1873 până în 1894, cu o întrerupere între anii 1876 și 1880 din cauza războiului de independență.

În această perioadă s-a lucrat și la triangulația din jurul Bucureștiului și s-a construit primul punct astronomic fundamental de pe Dealul Piscului, iar între anii 1894-1899, perioadă în care în anul 1895 „Depositul” s-a transformat în Institutul Geografic al Armatei, s-a executat primul plan topografic al orașului București.

Tot în această etapă s-a realizat racordarea cu reperul zero fundamental de la Constanța, alegându-se în București un punct origine situat în incinta actualei Gări de Nord.

În anul 1922, la prima adunare generală a Uniunii Internaționale de Geodezie și Geofizică ținută la Roma s-a hotărât măsurarea arcului de meridian dintre Oceanul Arctic și Marea Mediterană, arc ce trece prin vestul țării noastre. Lucrările pentru măsurarea acestui arc au fost executate de specialiști români în timp de patru ani.

În anul 1930, Institutul Geografic al Armatei și-a schimbat denumirea în Institutul Geografic Militar, pe care a păstrat-o până în anul 1951. Tot în 1930 țara noastră a adoptat ca elipsoid de referință elipsoidul Hayford, iar ca sistem de proiecție, proiecția stereografică pe plan unic secant Brașov.

Pentru sporirea calității lucrărilor și scurtarea timpului de realizare se folosesc computere performante cu softuri adecvate. În același timp, realizarea obiectivelor multiple ale măsurătorilor terestre a necesitat acordarea unei atenții speciale pregătirii specialiștilor și deci a învățământului de specialitate.

România a fost și este antrenată în problema complexă a determinării formei și dimensiunilor Pământului, efectuând observații experimentale cu ajutorul sateliților artificiali și participă, de asemenea, la lucrările pentru realizarea sistemului geodezic mondial. În perioada 1994-1995 țara noastră a participat la realizarea rețelei GPS pentru teritoriul național (pe elipsoidul WGS 84).

03. DEZVOLTAREA CARTOGRAFIEI

Informațiile documentare despre hărți ne arată că ele au existat încă dinaintea erei noastre: astfel s-au găsit hărți primitive în Egipt, China, Mexic, Canada și chiar la eschimoși.

Pentru perioada antică menționăm pe *Claudiu Ptolemeu* (87-150 d.Hr.), care a scris *Geografia*, compusă din opt cărți și care poate fi considerată ca un îndreptar în munca de adunare și prelucrare a materialelor necesare întocmirii hărților. Ptolemeu a propus două proiectii noi: proiectia stereografică și proiectia conică simplă, cunoscută sub denumirea de proiectia conică Ptolemeu. Hărțile lucrate de Ptolemeu au ars odată cu Biblioteca din Alexandria, însă au fost refăcute după manuscrise.

Romanii au întocmit hărți, numite itinerarii, necesare în războaiele lor de expansiune. O astfel de hartă este *Tabula Peutingeriană*, de 6,82 m lungime și 0,34 m lățime, compusă din 11 bucăți.

În concluzie, învățații greci din antichitate, plecând de la ideea sfericității Pământului, au căutat s-o reprezinte pe suprafața plană a hărții, folosind un sistem de proiectie. Încep deci să se utilizeze **proiecțiile** – element de bază în dezvoltarea cartografiei.

În feudalism, dezvoltarea comerțului atrage după sine întocmirea hărților legate de necesitățile practice. Astfel, s-au construit hărți marine, cunoscute sub denumirea de *portulane*, întocmite cu ajutorul busolei. Pe ele s-au reprezentat bazinele Mării Mediterane și Mării Negre, precum și țărmurile Atlanticului. Ele cuprindeau cu lux de amănunte linia țărmurilor, în schimb partea continentală era nereprezentată.

Pe portulanul pe care este reprezentată Marea Neagră, aceasta este situată mult mai la nord decât în realitate, de exemplu gurile Dunării sunt localizate la latitudinea Londrei. Cu toate acestea, portulanele constituie un pas înainte în dezvoltarea cartografiei.

Secolul al XVI-lea se caracterizează printr-o fructuoasă și valoroasă activitate cartografică, iar reprezentanții de seamă din această perioadă sunt cartografii Gerhard Kremer Mercator și Abraham Ortelius.

G. K. Mercator (1512-1594) a publicat în anul 1578 un prim atlas de hărți geografice după hărțile lui Ptolemeu, dar reconstituite și corectate de el. În anul 1594, a publicat un atlas propriu cu 147 de hărți, care a fost editat în 52 de ediții, în mai multe limbi: latină, olandeză, franceză, germană, engleză, turcă, rusă etc. Mercator este primul care a introdus noțiunea de *atlas* (colecție de hărți). La întocmirea hărților, Mercator a utilizat proiectia cartografică și a propus mai multe proiectii, dintre care una pentru navigație maritimă, care-i poartă numele.

A. Ortelius (1527-1598) a compus hărți pe care le-a strâns într-un atlas numit „Privire a globului pământesc”.

Tot din secolul al XVI-lea datează primele hărți la scări mari: harta Bavariei și a Angliei. De asemenea, în acest secol s-a întocmit prima hartă a Rusiei, cunoscută sub numele de Marele Plan.

Secolul al XVII-lea este cunoscut prin apariția a o serie de atlase care, pe lângă hărțile respective, conțineau și texte.

Din secolul al XVIII-lea merită amintită activitatea de întocmire a hărților la scări mari și mijlocii, ca de exemplu „Harta Franței la scara 1: 86 400”.

În anul 1871 a avut loc primul congres de geografie, unde se pune problema alegerii *meridianului origine* sau a primului meridian, problemă care a fost rezolvată în 1884 la o conferință special convocată la Washington, când s-a ales ca meridian origine meridianul observatorului de la Greenwich.

La sfârșitul secolului al XIX-lea (1891), la Congresul de la Berna, A. Penck a propus întocmirea unei *hărți internaționale la scara 1: 1 000 000*. În 1899, la Congresul al VII-lea de geografie, ce a avut loc la Berlin, s-a hotărât întocmirea unei *hărți batimetrice a Oceanului Planetar* la scara 1: 10 000 000, care a apărut în 1904.

Între cele două războaie mondiale s-au realizat hărți la scări mari și mici, hărți școlare, globuri geografice, precum și unele atlase ale unor țări ca: Finlanda (1928), Egipt (1928), Cehoslovacia (1935), Italia (1940) ș.a. Tot în această perioadă a apărut Marele Atlas Sovietic al Lumii (1937-1940), operă cartografică de importanță mondială. Din seria atlaselor generale, utilizate în egală măsură pentru informarea publicului și pentru învățământ, fac parte și atlasele realizate de edituri ca: Justus Perthes din Germania, Bartholomew din Anglia, Cartographia din Ungaria ș.a. Atlasul Quillet, realizat în Franța, s-a bucurat de asemenea de o largă circulație și apreciere.

După cel de-al doilea război mondial, dezvoltarea cartografiei este în plină ascensiune, continuându-se cu întocmirea atlaselor naționale, a hărților topografice pentru noile state apărute, concomitent cu perfecționarea instrumentelor și metodelor de cartografiere.

În ultimele două decenii au fost dezvoltate *sisteme informaționale geografice* (GIS sau SIG), care au permis elaborarea hărților digitale (în SUA, Germania, Spania, China, Chile, Sultanatul Oman, Brunei ș.a.).

Un SIG sau GIS (Geographical Information System) permite culegerea, prelucrarea, stocarea, manipularea, analiza și afișarea datelor referitoare la spațiul geografic, prin intermediul informaticii. SIG reprezintă o etapă de informatizare a cartografiei, și anume aceea în care se realizează

documentele despre spațiul geografic necesare fiecărui tip de utilizator, prin adăugarea sau eliminarea unor date.

Un SIG este o bază de date relaționale, stratificate și asociate cu seturi de caracteristici geografice, în care informațiile provin de la reprezentările grafice (hărți și planuri clasice, analogice), fotograme aeriene, date obținute prin teledetecție, date statistice (M. Rotaru și colab., 1994). Pe baza acestor date se obțin hărțile topografice sau hărțile tematice, rapoarte, statistici etc.

SIG cuprinde, într-o accepție mai largă, fazele de la specificarea datelor de intrare, până la deciziile de control asupra proceselor naturale, economice și sociale. Într-o accepție limitată cuprinde numai fazele de la specificarea datelor de intrare până la afișarea rezultatelor sub formă grafică (cartografică) sau alfanumerică (C. Nițu, 1997).

Elementele unui SIG sunt grupate în: hardware (calculatoare, stație grafică, perifericele specializate), software (programe de calculator, ca de exemplu sistemul ARC/INFO) și sursele de date, tehnologiile de culegere, prelucrare, stocare a datelor.

Cartografia automată permite obținerea *hărților digitale*, de o mare fidelitate și cu o multitudine de avantaje, printre care actualizarea foarte ușoară, eliminarea sau adăugarea de informații în funcție de cerințele utilizatorilor.

În ultimul timp a scăzut interesul pentru atlasele clasice în favoarea *atlaselor electronice* (de exemplu atlasele electronice ale Olandei, Canadei și Suediei), care sunt prezentate pe CD-ROM-uri. Aceste atlase fac posibilă: afișarea de imagini, afișarea unei porțiuni de imagine mărită („zoom”), analize (calculul diferențelor de nivel, căutarea diferitelor informații etc.).

Pentru unificarea termenilor de specialitate s-a întocmit și editat un dicționar poliglot, care conține 1200 de termeni în cinci limbi: engleză, germană, franceză, spaniolă și rusă cu echivalentele lor în: maghiară, italiană, olandeză, polonă, portugheză, slovacă, cehă, suedeză, japoneză. Tot în ideea unei colaborări internaționale între specialiștii cartografi s-a înființat Asociația Cartografică Internațională (în anul 1961), la care este afiliată și țara noastră prin Asociația Română de Cartografie.

S-a manifestat o atenție deosebită pregătirii specialiștilor în centre internaționale, ca cel de pe lângă Institutul Geografic Național din Franța, situat în apropierea Parisului, la Saint-Mandé, sau cele din Elveția (la Zürich) ori Olanda etc.

Rezultatele activității cartografice au fost prezentate și dezbătute în cadrul Conferințelor Internaționale de Cartografie, ultima având loc la Ottawa, în 1999.

Realizări deosebite s-au înregistrat în domeniul cartografierii unor corpuri cerești ca urmare a zborurilor cosmice care au deschis o eră nouă în cartografie, era cartografiei cosmice. În acest sens, merită amintit Atlasul Lunii, ca și hărțile la diferite scări ale suprafeței Lunii.

Dezvoltarea **cartografiei românești** este apreciată prin produsele sale (hărți și atlase) întocmite atât de specialiști români, cât și străini referitoare la teritoriile românești.

Principalele **hărți** ale teritoriilor românești și **atlase** sunt:

- **Harta Transilvaniei.** Prima hartă a unei părți din România, respectiv a Transilvaniei, întocmită de un român este cea a lui *Johannes Honterus* (1498-1549) din Brașov și este intitulată „*Chorographia Transilvaniae Sybemburgen*”, publicată la Basel în anul 1532. Este o hartă originală, dedicată Senatului din Sibiu și este importantă prin bogăția elementelor de conținut și a toponimelor. Atrage atenția oronimul „Alpes” pentru Carpații Meridionali, mai exact pentru Munții Făgăraș, termen care este utilizat pentru prima dată. Tot pentru prima dată, pe această hartă apare împărțirea pe unități administrative. Transilvania este divizată în șase țări: Țara Bârsei (Burzeland), Țara Oltului (Althland), Țara din fața pădurii (Land vor dem Wald, cu centrul la Alba Iulia), Țara Vinurilor – Târnavale (Weinland), Țara Năsăud (Nösner Land) și Țara Secuilor (Ciculia).

Tot lui îi aparține și harta intitulată „Dacia”, care cuprinde Valahia, Moldova și Transilvania și care a fost publicată în lucrarea sa „*Rudimenta Cosmographia*”, la Brașov, în 1541.

- **Harta Valahiei.** Stolnicul *Constantin Cantacuzino* a reușit să întocmească cea mai completă și mai detaliată hartă a teritoriului ce corespunde provinciilor istorice Oltenia și Muntenia, iar titlul său este: „Tabula geografică a prea înălțatei domnii a Ungrovlahiei împărțită în șaptesprezece județe, după descrierea și forma foarte exactă pe care a făcut-o prea nobilul, prea învățatul și prea înțeleptul boier stolnicul C. Cantacuzino ...”.

Harta a fost gravată la Padova, în anul 1700 și se compune din patru foi. Originalul se găsește la British Museum din Londra, iar două fotocopii în mărime naturală se află la cabinetul de hărți al Bibliotecii Academiei Române.

Harta se remarcă prin bogăția elementelor de conținut: relieful, hidrografia, repartitia pădurilor, principalele regiuni viticole, elemente de arheologie, bogății ale subsolului, rețeaua de așezări foarte detaliată, cuprinzând 526 de sate, 23 de orașe și târguri și 28 de mănăstiri și căile de comunicație, care permit identificarea principalelor drumuri comerciale din epocă: drumul oilor, drumul sării, drumul buților. La acestea se adaugă

reprezentarea, pentru prima dată, a împărțirii administrative a Țării Românești în 17 districte (județe).

- **Harta Olteniei**, întocmită de *Friederich Schwantz* (al cărei titlu în original este „*Tabula Valachiae Cisalutanae per Friedericum Schwanzium Regimis Heisteriani Capitaneum*”), se compune din patru foi și cuprinde Oltenia și mici porțiuni din regiunile învecinate.

Originalul se găsește la Viena, iar o copie la cabinetul de hărți al Bibliotecii Academiei Române.

Este prima hartă realizată pe baza unor măsurători pe teren cum reiese din raportul care însoțește harta și în care se spune: „nimic n-a fost însemnat ce n-a fost umblat”.

- **Harta Moldovei**. La cererea Academiei din Berlin, al cărui membru era, Dimitrie Cantemir a scris „*Descriptio Moldaviae*” la care a anexat o hartă a Moldovei, desenată chiar de autor și pe care fiul său, Antioh Cantemir, a gravat-o și publicat-o la Amsterdam, în anul 1737.

O copie a acestei hărți a fost dusă la Paris, unde a fost găsită de către geograful George Vâlsan, la Biblioteca Națională, în colecția D’Anville.

Titlul în original este: „*Principatus Moldaviae nova et accuratta descriptio delineante principe Demetrio Cantemir*” (Nouă și îngrijită descriere a Principatului Moldovei desenată de principele Dimitrie Cantemir).

Harta cuprinde teritoriul dintre Carpații Orientali și Nistru și are un cadru ornamental și unul geografic, divizat din 10 în 10 minute atât în longitudine, cât și în latitudine. Ca meridian origine este utilizat meridianul Ferro.

Sfârșitul secolului al XVIII-lea se constituie într-un moment de referință pentru hărțile teritoriului românesc, deoarece în această perioadă s-au realizat primele hărți topografice la scări mari (1: 28 000 stânjeni) pe baza rezultatelor măsurărilor topografice directe pe teren. Astfel de hărți au fost întocmite de ofițeri topografi austrieci pentru Țara Românească (Valahia) și pentru Moldova.

- **„Harta militară a Valahiei Mici sau austriece (Oltenia) și a Valahiei Mari (Muntenia) ...”** a fost întocmită sub comanda colonelului Specht, între anii 1790-1791 și se compune din 108 foi la scara 1: 57 600.

Dacă elementele de planimetrie sunt detaliat prezentate și destul de exacte, cele de altimetrie lipsesc, relieful fiind reprezentat prin hașuri. Pe fiecare foaie de hartă există o listă a localităților cuprinse în hartă.

- **Harta celor cinci districte din Moldova**. O hartă similară s-a realizat în anul 1790 sub comanda căpitanului *Hora von Otzellowitz*, numai pentru o parte din Moldova, corespunzătoare județelor Suceava, Roman,

Neamț, Bacău și Putna. Harta este întocmită la scara 1: 28 000 stânjeni și se compune din 107 foi.

Cele două hărți executate pe baza ridicărilor topografice pentru Oltenia și Muntenia a lui Specht și cea a celor cinci județe din Moldova a lui Hora von Otzellowitz sunt considerate ca primele hărți moderne ale României și au fost utilizate ulterior ca materiale de bază pentru întocmirea altor hărți la scări mai mici.

- Tot din această perioadă datează și două **planuri ale Bucureștiului**, întocmite de ofițeri austrieци, căpitanul *Ferdinand Ernst*, între anii 1788-1791, și căpitanul *Franz Baron Purcel*, ambele suficient de dataliate din punct de vedere al conținutului.

- **Harta rusă** apărută în două ediții (1835 și 1853) are, în traducere, titlul: „*Harta teatrului de război în Europa în anii 1828-1829...*”. Se compune din 10 planșe, iar dintre acestea numai planșele I, II, IV, V și VII se referă la ținuturi românești și este întocmită la scara 1: 420 000.

- **Harta Deltei Dunării**. Întocmită între anii 1870-1871, sub auspiciile Comisiei Europene Dunărene, pe baza unor măsurători pe teren sprijinite pe o rețea de triangulație, harta constituie un document important pentru studii comparative, datorită preciziei.

- **Charta României Meridionale**. A avut ca bază harta *mareșalului Fligely*, întocmită între 1855-1857, fiind sprijinită pe o rețea de triangulație. A fost reprodușă din ordinul domnitorului Alexandru Ioan Cuza de către fotografii *Satmari* (la scara 1: 57 600). Din acest motiv este cunoscută și ca „*Harta Satmari*”.

Harta cuprinde provinciile istorice Oltenia și Muntenia și este prima hartă pe care apare denumirea de România. Se compune din 112 secțiuni (foi) la care se adaugă o foaie cu titlul și legenda, și alta cu un schelet în care se indică dispunerea foilor. Este lucrată în culori, relieful este reprezentat prin hașuri, iar principalele înălțimi sunt date în stânjeni.

Seria planurilor și hărților topografice realizate de specialiști români a început după anul 1868, când s-a înființat „*Depositul de resbel*”, prima instituție specializată în domeniul topografic și cartografic, și care astăzi se numește Direcția Topografică Militară.

- **Harta topografică în proiecție Cassini**. Pentru realizarea prin măsurători pe teren a originalului hărții topografice la scara 1: 20 000, lucrările geodezice au debutat în anul 1873 în Moldova, alegându-se ca elipsoid de referință *elipsoidul Bessel*, calculat în anul 1814, iar ca proiecție cartografică, *proiecția pseudocilindrică transversală echidistantă Cassini*. În Muntenia, lucrările geodezice și topografice s-au desfășurat între 1895-1899,

la est de meridianul Zimnicea (23° est Paris). A fost folosit, pentru prima oară, *sistemul zecimal al metruului*.

- **Harta topografică în proiecție Bonne.** În perioada 1895-1930, pentru teritoriul situat la vest de meridianul de 23° est Paris a fost aplicată o nouă concepție de realizare a hărții topografice. A fost ales un nou elipsoid de referință, și anume *elipsoidul Clarke*, S-a adoptat și o nouă proiecție cartografică (*proiecția pseudoconică echivalentă Bonne*), iar harta topografică militară a fost tipărită la scara 1:100 000 începând din 1902, folosindu-se ca bază originalele la scara 1:20 000. Totodată, s-a înlocuit metoda hașurilor cu cea a curbelor de nivel. Harta la scara 1:100 000 a păstrat proiecția de bază și anume proiecția Cassini la est de meridianul Zimnicea și proiecția Bonne la vest de acesta.

Harta topografică militară la scara 1:50 000 s-a întocmit pentru estul Munteniei (în proiecție Cassini) utilizându-se hărțile la scara 1:20 000 și folosindu-se *generalizarea cartografică*. Tot după originalele la scara 1:20 000, prin reducere și generalizare, a fost realizată și harta topografică la scara 1:200 000, care păstra proiecția cartografică a originalelor: proiecția Cassini pentru estul Munteniei și Bonne pentru vest.

- **Planurile directoare de tragere.** Au fost întocmite într-o proiecție unică pentru tot teritoriul românesc și anume *proiecția Lambert*. La acea dată, hărțile Moldovei, Dobrogei, și ale estului Munteniei erau în proiecție Cassini, hărțile vestului Munteniei și ale Olteniei în proiecție Bonne, hărțile Basarabiei în proiecție poliedrică, iar hărțile Banatului, Transilvaniei și Bucovinei în proiecții stereografice.

Planurile directoare au fost întocmite la scara 1: 20 000, iar ulterior retipărite (în perioada 1954-1959), ocazie cu care unele foi au fost reproduse întocmai (doar cu actualizarea oiconimelor), iar altele au fost redesenate, utilizându-se atlasul de semne convenționale, ediție 1952.

- **Harta topografică în proiecție Gauss-Krüger.** După cel de-al doilea război mondial s-a hotărât întocmirea unei noi hărți de bază a țării în *proiecție cilindrică transversală conformă Gauss-Krüger*, care să satisfacă atât nevoile de apărare, cât și pe cele ale economiei și cercetării științifice. Această hartă redă peisajul geografic din perioada 1951-1958 (perioadă în care au avut loc lucrările de teren), dar tipărirea foilor de hartă la scara 1:25 000 s-a realizat între anii 1958-1961. Pentru actualizarea rapidă a hărții de bază a țării, în perioada 1967-1972 s-a lucrat pe foi 1:50 000, adoptându-se procedee topofotogrammetrice.

A doua ediție a setului de hărți topografice în proiecție Gauss-Krüger a fost cartografiată prin metoda gravării pe sticlă, care a condus la obținerea unor hărți cu aspect grafic superior.

Ulterior, în perioada 1972-1981, pe baza îmbunătățirii concepției de realizare s-a întocmit *harta topografică la scara 1: 25 000*, tot în proiecție *Gauss-Krüger*, pentru întregul teritoriu național. Datorită modului de întocmire, această hartă se poate actualiza periodic, fără alterarea preciziei de reprezentare a elementelor de conținut.

- O realizare importantă a cartografiei românești o constituie întocmirea a 11 foi din *harta internațională* la scara 1: 2 500 000 de către D.T.M., hartă care se compune din 244 de foi de hartă și care este mai convenabilă decât harta internațională la scara 1: 1 000 000, ca hartă de bază pentru hărțile tematice la scări mici.

- S-au mai realizat *harta fizică și politică a lumii* la scările 1: 22 000 000 și 1: 18 000 000, hărți ale continentelor la diferite scări, hărți fizice și economice ale României la scările 1: 400 000 și 1: 500 000, sub egida Ministerului Educației și Învățământului (azi Ministerul Educației și Cercetării) au apărut numeroase hărți, caracterizate printr-un nivel științific ridicat.

- S-a acordat atenție editării de *hărți turistice* pentru principalele masive muntoase.

- Cu ajutorul datelor obținute prin teledetecție, Institutul de Geologie și Geofizică a realizat hărți geologice structurale ale unor zone carpatice. Tot pe baza datelor obținute prin teledetecție Institutul Național de Meteorologie și Hidrologie întocmește hărți tematice. Recent, hărți tematice de o valoare aplicativă deosebită au început să se realizeze la C.R.U.T.A. (Centrul Român pentru Utilizarea Teledetecției în Agricultură).

- O reușită de prestigiu o constituie întocmirea hărților din *Enciclopedia Geografică a României*, tipărită în 1982.

- Primul atlas realizat de un român aparține lui Gh. R. Goleșcu, iar titlul acestuia este: „*Atlas sau hartă cuprinzând tabele geografice generale ale sferei Pământului* ...”, contribuind la învățarea generală a geografiei și a astronomiei și tipărit în 1800”.

- Secolul al XIX-lea este mai bogat în apariția atlaselor. Astfel, o realizare importantă din prima jumătate a acestui secol o constituie publicarea primului atlas întocmit de un român în limba română. Este *atlasul lui Gh. Asachi*, tipărit la Iași, între anii 1838-1842.

- Din cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea, numărul atlaselor românești este în continuă creștere. Dintre acestea, menționăm ca fiind mai importante: „*Atlasul Geografic al României împărțită pe districte*”, întocmit și publicat în anul 1865 de D. Pappasoglu, care cuprinde 32 de hărți, corespunzătoare numărului de județe existente atunci.

- În 1888 a apărut atlasul lui *N. Michailescu*, intitulat **„Atlas geografic întocmit pentru studiul geografiei în clasa a IV-a secundară”**, care cuprinde hărți generale pe județe, precum și unele hărți tematice.

- În anul 1902, *Gh. Munteanu Murgoci* și *I. Popa Burcă* au publicat **„Atlasul României și al țărilor vecine”**, care constituie prima lucrare cu hărți policrome.

- În aceeași perioadă a apărut și lucrarea **„Atlas întocmit conform programei școalelor secundare”**, elaborat de *Simion Mehedinți* și care se caracterizează printr-un volum mai mare de informații față de lucrările similare anterioare.

- În perioada dintre cele două războaie mondiale s-au realizat **„Atlasul geografic școlar”** al lui *I. Popa Burcă*, apărut în mai multe ediții, și **„Atlasul geografic istoric, economic și statistic”** întocmit de *C. Teodorescu* și *N. Constantinescu*, un atlas complex și universal.

- Tot din aceeași perioadă merită remarcată întocmirea de către Institutul de Geologie al României, sub direcția lui *L. Mrazec* și *G. Murgoci*, a **„Atlasului fiziografic și statistic al României”**.

- De o apreciere deosebită s-a bucurat și atlasul intitulat **„L’agriculture en Roumanie”**, atlas tematic, policrom, realizat prin colaborarea unor instituții publice și tipărit de Ministerul Agriculturii și Domeniilor, cu ocazia celui de-al XIV-lea Congres Internațional de Agricultură, ținut la București, în anul 1929.

- După cel de-al doilea război mondial, a apărut, pentru uz școlar, în mai multe ediții, începând din anul 1959, **„Atlas geografic școlar”** de *N. Gheorghiu* și un colectiv de colaboratori, cu un conținut îmbogățit de la o ediție la alta și cu o structură conformă cu programele analitice.

- O realizare importantă și utilă nu numai pentru învățământ, ci și pentru publicul larg, o constituie **„Mic atlas geografic”** de *Atanase Bârsan* și care a apărut în trei ediții. Dintre acestea, primele două, prin format, corespund titlului, făcând parte din categoria atlaselor de buzunar. Cea de-a treia ediție este însă în format mai mare (26,5 × 20,5 cm), ceea ce a obligat și schimbarea titlului în **„Atlas geografic”**.

- În anul 1978 *V. Cucu* a întocmit un atlas intitulat **„Atlasul județelor din R.S. România”**, care conține, pentru fiecare județ, câte o hartă fizică, una economică și una turistică. Pentru toate reședințele de județ este prezentat câte un plan. Într-o secțiune aparte („Date geografice”) sunt cuprinse informații generale referitoare la județe.

- De un deosebit interes se bucură lucrarea **„România. Atlas rutier”**, tipărită în mai multe ediții (la D.T.M.) și considerată, pe drept cuvânt, cea mai reușită dintre lucrările genului.

- O altă realizare deosebită o reprezintă **„Atlas geografic general”**, întocmit de un colectiv de autori coordonat de *M. Peahă* și apărut în mai multe ediții (1974, 1980, 1992).

- Pentru a veni în sprijinul predării și învățării geografiei patriei, un colectiv de autori, coordonat de *V. Tufescu* și *C. Mocanu* a întocmit: **„Atlas geografic. Republica Socialistă România”**, publicat în două ediții (1965 și 1985).

- O altă realizare reușită o constituie **atlasul național** al țării noastre, întocmit în perioada 1969-1979 și publicat, pe fascicule, între anii 1974-1978. Concepția și coordonarea lucrărilor a revenit Academiei Române prin *Institutul de Geografie*. Pentru realizarea acestei opere au colaborat 192 de specialiști, atât din domeniul geografiei, cât și din alte domenii ca: geologie, demografie, etnografie, istorie, lingvistică. Atlasul cuprinde 487 de hărți grupate în 76 de planșe, care totalizează o suprafață grafică de 31 m².

- Academia Română a editat în 1996 lucrarea **„România. Atlas istorico-geografic”**, care oferă o sinteză privind formarea și dezvoltarea poporului român, precum și o evaluare a potențialului natural, uman și economic actual al României.

- În ultimii ani (1999, 2000) au apărut mai multe atlase destinate uzului școlar, printre care **„Atlas geografic școlar”** tipărit în condiții grafice deosebite la Editura Cartographia din Budapesta, de a cărui coordonare s-a ocupat Constanța Truș, sau **„Atlas geografic școlar”**, tipărit în două ediții, de a cărui realizare s-a ocupat O. Mândruț.

- Recent (2000), un atlas deosebit a văzut lumina tiparului în Franța la Centre National de Recherche Scientifique – GDR Libergéo et La Documentation française. Este vorba de **„Atlas de la Roumanie”**, realizat de un colectiv format din: Violette Rey, O. Groza, I. Ianoș și Maria Pătroescu. Atlasul, care conține 168 de pagini, cuprinde atât text, cât și 252 de hărți la scară mică, fiind structurat în mai multe capitole: Teritoriul românesc în Europa, Populația, Lumea rurală și agricolă, Lumea urbană, Industrii și transporturi, Serviciile către populație, Viața socială și culturală, Tranziția postsocialistă și recompunerea regională.

În concluzie, prin varietatea problematicei abordate, prin multitudinea produselor, prin calitățile grafice ale acestor produse, cartografia românească se situează la un nivel științific elevat. Participările la diferite manifestări internaționale, ca și realizarea unor opere de interes mondial demonstrează aprecierile de care se bucură cartografia românească.

04. NOȚIUNI ȘI FORMULE UTILIZATE ÎN TOPOGRAFIE ȘI CARTOGRAFIE

1. **Suprafața topografică** este suprafața terestră pe care se execută măsurători topografice.

2. **Ridicarea topografică** este complexul de operațiuni de pe teren și din birou, prin care se determină poziția în plan și în spațiu a unor puncte de pe suprafața topografică în scopul obținerii unui plan topografic. Ridicările topografice pot fi: numerice, fotogrammetrice și mixte.

3. **Unghiurile topografice** sunt: *orizontale* (un unghi orizontal este un unghi diedru format din intersecția a două planuri verticale, unghiul „ ω ” (fig. 0.1.) și *verticale* (fie unghiul „ α ” format de o distanță înclinată cu proiecția ei orizontală, fie unghiul „ Z ” format de verticala locului și distanța înclinată numit și unghi zenital, fig. 0.2.).

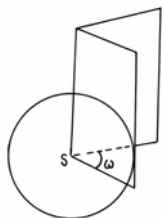


Fig. 0.1. Unghiuri topografice

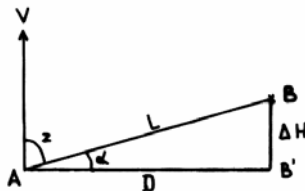


Fig. 0.2. Distanță înclinată și distanță redusă la orizont

4. **Distanța înclinată „L”** este distanța de pe suprafața topografică situată sub un anumit unghi vertical (fig. 0.2.).

5. **Distanța redusă la orizont „D”** reprezintă proiecția pe un plan orizontal a distanței înclinate. Sinonim: distanță orizontală (fig. 0.2.).

Relațiile dintre distanța redusă la orizont și distanța înclinată:

$$D = L \cos \varphi \quad \text{sau} \quad D = L \sin Z$$

$$L = D / \cos \varphi \quad \text{sau} \quad L = D / \sin Z$$

6. **Altitudinea unui punct** este distanța măsurată pe verticala punctului de la o suprafață de referință până la punct. Se notează cu „H” și uneori cu „Z”.

Când suprafața de referință este suprafața de nivel zero este *altitudine absolută* și când suprafața de referință este una oarecare este *altitudine relativă*.

Diferența dintre altitudinile a două puncte este *diferența de nivel*.

7. **Orientarea unei drepte** este unghiul format de o direcție de referință și direcția considerată de pe teren. Se notează de obicei cu „ θ ” (fig. 0.3).

Dacă direcția de referință este nordul magnetic, orientarea este magnetică, iar dacă este nordul geografic este geografică.

Unghiul format de cele două direcții de referință se numește *declinație magnetică* (fig. 0.3.) și ea poate să fie vestică (negativă), sau estică (pozitivă).

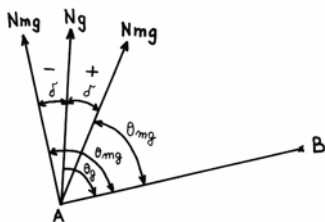


Fig. 0.3. Orientarea unei drepte

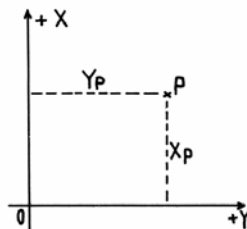


Fig. 0.4. Coordonate rectangulare

8. **Sistemele de coordonate** utilizate în topografie și cartografie sunt: coordonatele rectangulare plane, polare plane, bipolare plane și coordonatele geografice.

8.1. **Coordonatele rectangulare** permit determinarea poziției în plan a punctelor în raport de două direcții de referință care se intersectează sub un unghi drept în punctul „0” numit originea sistemului de coordonate (fig. 0.4.). Pe direcția meridianului se consideră coordonata X iar pe direcția ecuatorului coordonata Y.

Aceste coordonate permit rezolvarea următoarelor probleme: calculul distanței din coordonate, calculul orientării unei drepte și calculul suprafeței unui poligon.

8.1.1. **Calculul distanței.** Pentru calcularea distanței „D” (fig. 0.5) dintre punctele A și B, rezultă:

$$D^2 = \Delta X^2 + \Delta Y^2$$

$$D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

$$\Delta X = X_B - X_A$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A$$

De asemenea: $D = \Delta Y / \sin \theta$ și $D = \Delta X / \cos \theta$.

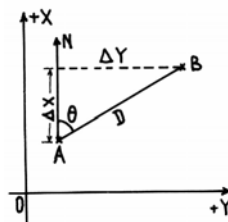


Fig. 0.5

8.1.2. Calculul orientării unei drepte. Pentru a calcula orientarea „ θ ” a dreptei AB din figura 0.5. va trebui mai întâi să se calculeze ΔX și ΔY dintre punctele A și B cu semnele lor, apoi să se facă raportul subunitar al Δ -lor cu semnul lor.

Dacă acest raport are forma $\Delta X / \Delta Y$ și semnul este pozitiv reprezintă cotangenta orientării, iar dacă semnul este negativ va fi tangenta orientării. Dacă raportul subunitar are forma $\Delta Y / \Delta X$ și semnul este pozitiv, va fi tangenta orientării, iar dacă semnul este negativ se va obține cotangenta.

Cu ajutorul tabelor de valori naturale, prin interpolare la secundă, se va obține unghiul corespunzător valorii tangentei sau cotangentei. În cazul în care unghiurile sunt exprimate în sistemul centesimal ($0^s - 400^s$) și în tabele sunt trecute numai unghiurile cuprinse între $0^s - 100^s$, va trebui ca în fața unghiului scos din tabele să se scrie pentru sute:

- 0, dacă semnele Δ -lor sunt +, +, deci θ este în cadranul I;
- 1, dacă semnele Δ -lor sunt -, +, deci θ este în cadranul II;
- 2, dacă semnele Δ -lor sunt -, -, deci θ este în cadranul III;
- 3, dacă semnele Δ -lor sunt +, -, deci θ este în cadranul IV.

Pentru unghiurile exprimate în sistemul sexazecimal ($0^\circ - 360^\circ$), în fața valorilor rezultate din tabele se va adăuga:

- 0° la unghiul din cadranul I;
- 90° pentru unghiul din cadranul II;
- 180° pentru unghiul din cadranul III;
- 270° pentru unghiul din cadranul IV.

8.1.3. Calculul suprafeței unui poligon, cunoscând coordonatele X și Y ale vârfurilor poligonului (fig. 0.6.). Se proiectează vârfurile 1-2-3 ale poligonului atât pe OX cât și pe OY și se vor obține trapezele: 1-2-2'-1', 2-3-3'-2' și 1-3-3'-1'.

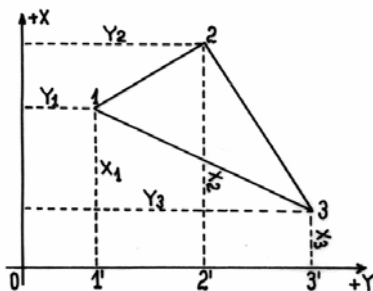


Fig. 0.6

Suprafața triunghiului 1-2-3 rezultă din suma suprafețelor trapezelor 1-2-2'-1' și 2-3-3'-2', din care se scade suprafața trapezului 1-3-3'-1'.

$$\text{Suprafața trapezului 1-2-2'-1' va fi: } S = \frac{(b+B)I}{2} = \frac{(X_1 + X_2)(Y_2 - Y_1)}{2};$$

$$\text{Suprafața trapezului 2-3-3'-2' va fi: } S = \frac{(b+B)I}{2} = \frac{(X_3 + X_2)(Y_3 - Y_2)}{2};$$

$$\text{Suprafața trapezului 1-3-3'-1' va fi: } S = \frac{(b+B)I}{2} = \frac{(X_3 + X_1)(Y_3 - Y_1)}{2}.$$

Suprafața totală este:

$$2S = (X_1 + X_2)(Y_2 - Y_1) + (X_3 + X_2)(Y_3 - Y_2) - (X_3 + X_1)(Y_3 - Y_1);$$

$$2S = X_1Y_2 + X_2Y_2 - X_1Y_1 - X_2Y_1 + X_3Y_3 + X_2Y_3 - X_3Y_2 - X_2Y_2 - X_3Y_3 - \\ - X_1Y_3 + X_3Y_1 + X_1Y_1.$$

Reducând termenii asemenea, iar pe cei rămași grupându-i după indicii lui X, apoi după cei ai lui Y, se va obține:

$$2S = X_1(Y_2 - Y_3) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_1 - Y_2);$$

$$2S = Y_1(X_3 - X_2) + Y_2(X_1 - X_3) + Y_3(X_2 - X_1).$$

Generalizând, rezultă:

$$2S = \sum X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1}) \quad \text{și} \quad 2S = \sum Y_n(X_{n-1} - X_{n+1}).$$

A doua formulă generalizată servește pentru verificare.

8.2. **Coordonate polare plane** ale unui punct N sunt unghiul orizontal „ ω ” care se numește unghi de orientare sau amplitudinea punctului N și raza vectoare ON (fig. 0.7.).

8.3. **Coordonate bipolare plane** ale unui punct „N” sunt segmentele AC și BC și unghiurile „ α ” și „ β ” (fig. 0.8.).

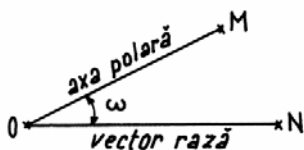


Fig. 0.7. Coordonate polare plane

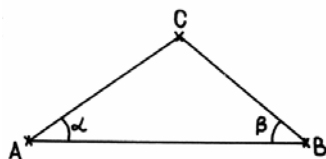


Fig. 0.8. Coordonate bipolare plane

8.4. **Coordonate geografice** sunt perechi ordonate de numere care exprimă poziția unui punct de pe globul terestru. Ele sunt latitudinea și longitudinea.

Latitudinea, notată cu φ , se definește ca unghiul format de verticala locului în punctul respectiv cu planul ecuatorului (în cazul în care Pământul este asimilat cu un elipsoid de rotație). Când elipsoidul este înlocuit printr-o sferă echivalentă, latitudinea se definește ca fiind unghiul format de raza sferei în punctul dat și planul ecuatorului (fig. 0.9.).

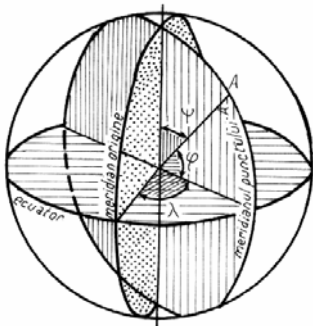


Fig. 0.9. Coordonate geografice

Latitudinea poate fi nordică sau boreală pentru punctele situate la nord de ecuator și se notează cu N sau + și sudică sau australă pentru punctele situate la sud de ecuator și se notează cu S sau -. Ca mărime, variază între $0^\circ - 90^\circ$ sau $0^\circ - 100^\circ$.

Colatitudinea se notează cu ψ și este complementul latitudinii. Se definește ca fiind unghiul format de axa polilor cu verticala locului în punctul considerat (când se utilizează elipsoidul de referință), iar în cazul sferei, unghiul format de axa polilor cu raza sferei în punctul considerat (fig. 0.9.): $\psi = 90^\circ - \varphi$ sau $\psi = 100^\circ - \varphi$.

Longitudinea, notată cu λ , este definită ca unghiul diedru care are drept muchie axa de rotație a Pământului și ca fețe planul meridianului origine și planul meridianului punctului considerat (fig. 0.9.). Ca meridian origine sau primul meridian este considerat meridianul Greenwich (stabilit ca meridian origine internațional în anul 1884 când a avut loc Conferința geografică internațională de la Washington) care trece prin Observatorul astronomic cu același nume. Ea poate să fie estică pentru punctele situate la est de meridianul origine și se notează cu E sau + și vestică pentru punctele situate la vest de meridianul origine și se notează cu V sau -. Ca mărime, variază între $0^\circ - 180^\circ$ sau $0^\circ - 200^\circ$.

9. Sfera. Pentru întocmirea hărților la scară mică globul terestru se poate asimila cu o sferă, deoarece dacă se va considera o sferă cu raza ecuatorială de 15 cm, raza polară va fi mai mică cu numai 0,5 mm decât cea

ecuatorială, deci neglijabilă. Din acest motiv, în problemele practice de cartografie globul terestru va fi considerat sferă.

Sfera este definită ca fiind corpul mărginit de o suprafață curbă închisă ale cărei puncte sunt egal depărtate de un punct interior numit centru.

Suprafața sferei se calculează cu relația:

$$S = 4\pi R^2 = 4\pi \frac{D^2}{4}.$$

Volumul sferei este:

$$V = \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^3}{3} = \frac{4\pi D^3}{8 \times 3} = \frac{\pi D^3}{6}.$$

9.1. Zona sferică este o porțiune din suprafața sferei cuprinsă între două secțiuni plane, de exemplu suprafața curbă ABCD (fig. 0.10.). Cele două secțiuni AB și CD constituie bazele zonei, iar segmentul BB' = I dintre cele două plane este înălțimea.

Suprafața zonei sferice este dată de relația:

$$S = 2\pi R I.$$

Din figura 0.10. rezultă:

$$I = R \sin \varphi.$$

Considerând $\varphi_B = \varphi_2$ și $\varphi_D = \varphi_1$ și înlocuind în relația anterioară rezultă:

$$I = R \sin \varphi_2 - R \sin \varphi_1;$$

$$I = R (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1).$$

Deci, suprafața zonei sferice

va fi:

$$S = 2\pi R^2 (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1),$$

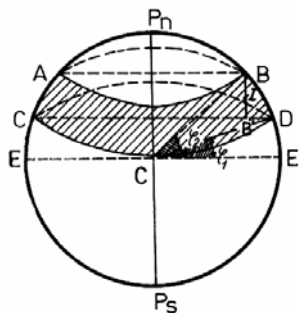


Fig. 0.10. Zona sferică

în care φ_2 reprezintă latitudinea cu valoare mai mare și φ_1 reprezintă latitudine cu valoare mai mică.

Notă:

1. Această relație se aplică pentru cazurile în care zona sferică se găsește situată într-o singură emisferă, iar paralelele care o mărginesc au valori diferite de 0° și 90° .

2. Când una din cele două paralele este ecuatorul ($\varphi = 0^\circ$), relația va fi: $S = 2\pi R^2 \sin \varphi$ în care φ reprezintă latitudinea paralelei care o delimitează.

3. Dacă zona sferică se găsește în ambele emisfere, adică de o parte și alta a ecuatorului (fig. 0.11.), relația va deveni: $S = 2\pi R^2 (\sin\varphi_2 + \sin\varphi_1)$, în care φ_1 și φ_2 sunt latitudinile celor două cercuri paralele care o definesc.

9.2. **Calota sferică** este partea din suprafața sferei rezultată din intersecția unui plan AB cu sfera (fig. 0.12.). Planul cercului AB este baza calotei, iar segmentul P_nC este înălțimea calotei sferice.

Suprafața calotei sferice este dată de relația: $S = 2\pi RI$, în care: $I = OP_n - OC$, dar: $OP_n = R$ și $OC = R \sin\varphi$, deci:

$$I = R - R \sin\varphi = R(1 - \cos\psi);$$

$$I = 2\pi R \sin^2\psi/2.$$

Suprafața va fi:

$$S = 4\pi R^2 \sin^2\psi/2,$$

ψ reprezentând colatitudinea paralelei ce delimitează calota.

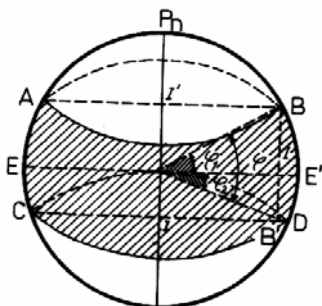


Fig. 0.11. Zona sferică situată în două emisfere

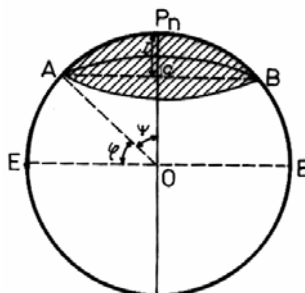


Fig. 0.12. Calota sferică

9.3. **Trapezul sferic** este porțiunea ABCD de pe sfera terestră (fig. 0.13.) delimitată de două meridiane și două paralele.

Suprafața trapezului sferic este:

$$S = 2\pi R^2 (\sin\varphi_2 - \sin\varphi_1) \Delta\lambda/2\pi$$

sau:

$$S = R^2 (\sin\varphi_2 - \sin\varphi_1) \Delta\lambda,$$

în care φ_1 și φ_2 sunt latitudinile paralelelor ce delimitează trapezul respectiv, iar $\Delta\lambda$ diferența de longitudine între meridianele ce mărginesc trapezul.

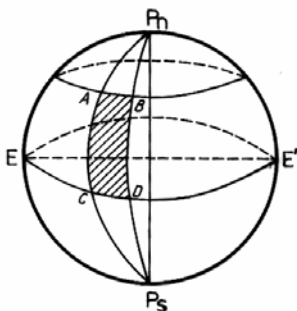


Fig. 0.13. Trapezul sferic

9.4. Fusul sferic este porțiunea de pe sfera terestră cuprinsă între două meridiane (fig. 0.14.). Pentru un unghi de 90° , respectiv $\pi/2$, aria fusului sferic este un sfert din aria sferei, adică πR^2 ; pentru un unghi $\Delta\lambda$ suprafața fusului sferic se obține prin regula de trei simplă și este:

$$S = 2R^2 \Delta\lambda = \pi R^2 \Delta\lambda^\circ / 90^\circ,$$
 în care $\Delta\lambda$ este diferența de longitudine, în radiani, iar $\Delta\lambda^\circ$ este diferența de longitudine, în grade sexagesimale.

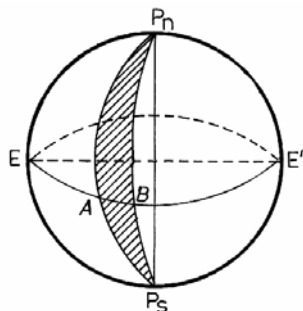


Fig. 0.14. Fusul sferic

9.5. Cerc mare și cerc mic pe sferă. Orice plan care taie o sferă este un plan secant al acesteia. Din intersecția unui plan cu o sferă rezultă o secțiune plană în sferă și este un cerc. Din intersecția sferei cu un plan care trece prin centrul sferei rezultă un cerc mare al sferei $P_n - G - P_s$ (fig. 0.15.).

Pe suprafața sferei se poate duce o infinitate de cercuri mari; exemplu de cercuri mari: meridianele, ecuatorul etc.

Dintre proprietățile cercurilor mari ale sferei interesează următoarele:

- raza unui cerc mare este egală cu raza sferei;
- orice cerc mare împarte sfera în două părți egale;
- prin două puncte oarecare de pe suprafața unei sfere se poate duce un singur cerc mare (excepția fiind cazul când cele două puncte sunt extremitățile unui diametru și atunci se poate duce un număr infinit de cercuri mari);
- un arc de cerc mare este distanța cea mai scurtă între două puncte pe sferă.

Din intersecția sferei cu planuri ce trec prin centrul ei rezultă o serie de cercuri numite *cercuri mici*. Exemplu de cercuri mici: cercuri paralele AB, CD etc. (fig. 0.15.).

Întrucât lungimea unui cerc meridian se obține cu relația: $L = 2\pi R$, rezultă că lungimea unui arc de meridian de 1° va fi:

$$L = \frac{2\pi R}{360^\circ} = \frac{\pi R}{180^\circ},$$

iar lungimea unui arc meridian de n° va fi:

$$L = \frac{\pi R n^\circ}{180^\circ} = \frac{\pi R \Delta\varphi}{180^\circ},$$

în care $\Delta\varphi$ reprezintă diferența de latitudine dintre cercurile paralele ce delimitează arcul de cerc meridian respectiv.

Când unul dintre cele două cercuri paralele este ecuatorul, $\Delta\varphi$ este tocmai latitudinea celui alt paralel.

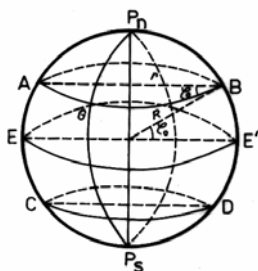
Când arcul de meridian se găsește de o parte și de alta a ecuatorului, atunci $\Delta\varphi$ va reprezenta suma latitudinilor celor două paralele ce delimitează arcul de meridian considerat.

Lungimea unui cerc mic AB (fig. 0.15.) este:

$$L = 2\pi r, \text{ iar } r = R \cos \varphi_0,$$

în care φ_0 este latitudinea paralelei respective. Deci:

$$L = 2\pi R \cos \varphi_0.$$



Lungimea unui arc de cerc paralel este:

$$L = 2\pi R \cos \varphi_0 \frac{\Delta\lambda}{360^\circ} = \frac{\pi R \cos \varphi_0 \Delta\lambda}{180^\circ},$$

în care φ_0 este latitudinea paralelei, iar $\Delta\lambda$ diferența de longitudine dintre meridianele între care se consideră arcul de paralel dat.

Fig. 0.15

Ortodroma (*orthos* – drept; *dromos* – drum) este un arc de cerc mare, care unește două puncte de pe suprafața Pământului, când acesta este asimilat cu o sferă. Ortodroma reprezintă drumul cel mai scurt între cele două puncte. Pe hărțile construite în proiecții centrale, se reprezintă printr-o linie dreaptă. Este utilizată în navigația aeriană.

Loxodroma este linia curbă dintre două puncte ce întretaie meridianele sub același unghi pe glob (loxis – oblic; dromos – drum). Pe globul terestru, loxodroma are forma unei spirale în spațiu (curbă cu dublă curbură), având puncte asimptotice polii (adică nu atinge poli). Pentru navigația maritimă sunt importante hărțile în proiecție Mercator, deoarece proiecția este conformă, iar rețeaua de meridiane și paralele este formată din linii perpendiculare, loxodroma fiind reprezentată printr-o linie dreaptă.

10. **Scara de proporție.** Este raportul constant după care distanțele orizontale „D” de pe teren sunt micșorate pentru a putea fi reprezentate prin omoloagele lor „d” pe hartă, cu condiția ca amândouă să fie exprimate prin aceleași unități de măsură.

În funcție de numitor o scară poate să fie mare sau mică. Cu cât numitorul este mai mic în valoare aritmetică, cu atât scara este mai mare și invers, cu cât numitorul este mai mare în valoare aritmetică, cu atât scara este mai mică. De exemplu, 1: 10 000 este o scară mare, iar 1: 2 000 000 este o scară mică.

Scara de proporție constituie unul din criteriile de clasificare a hărților. Astfel, hărțile până la scara 1: 100 000 sunt hărți topografice întocmite la scări mari, cele cu scările cuprinse între 1: 200 000 și 1: 1 000 000 sunt hărți la scări mijlocii, hărți de ansamblu și cele cu scările mai mici de 1: 1 000 000, de exemplu 1:5 000 000 sunt hărți la scări mici.

Relația care exprimă scara este:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{n},$$

în care: d = distanța de pe hartă; D = distanța omoloagă de pe teren; n = numărul care arată de câte ori distanța „ D ” de pe teren a fost micșorată pentru a putea fi reprezentată pe hartă prin corespondența „ d ”.

Cu ajutorul acestei relații se pot rezolva următoarele probleme:

- să se calculeze distanța „ D ” de pe teren, când se cunosc distanța „ d ” de pe hartă și numitorul scării;
- să se calculeze prin ce distanță „ d ” va fi reprezentată o distanță de pe teren „ D ”, când se știe numitorul scării;
- să se calculeze numitorul scării unei hărți, când se cunosc cele două distanțe „ D ” și „ d ”.

Astfel, $D = d \times n$; $d = D/n$ și $n = D/d$

Transformarea distanțelor „ d ” de pe hartă în omoloagele lor de pe teren se poate realiza aplicând regula lui $n/1\ 000$ după care, numitorul scării se împarte la 1 000 și rezultatul reprezintă numărul de metri de pe teren corespunzător unui milimetru de pe hartă; de exemplu pe o hartă la scara 1:50 000 s-a măsurat o distanță „ d ” egală cu 40 mm; așadar $50\ 000/1000 = 50$ m. Deci, $D = 50\ m \times 40\ mm = 2\ 000\ m$.

De scara de proporție depinde precizia hărții.

În mod curent, se estimează că măsurătorile pe planuri și hărți se fac cu o eroare de $\pm 0,2\ mm \dots \pm 0,5\ mm$.

Precizia grafică se poate calcula cu relația: $e/P_s = 1/n$, în care: e reprezintă eroarea grafică în milimetri; P_s – precizia grafică în metri, iar n – numitorul scării.

De exemplu, precizia grafică cu care se pot efectua măsurători pe o hartă la scara 1: 100 000 considerând $e = \pm 0,5\ mm$ este:

$$P_s = \pm 0,5\ mm \times 100\ 000 = \pm 50\ m.$$

Precizia grafică pentru câteva scări poate fi urmărită în tabelul 0.I:

Tabelul 0.1

Scara	1 : 5 000	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100000	1 : 200000
Ps (m)	± 2,50	± 12,5	± 25,0	± 50,00	± 100,00

Rezultă că precizia grafică a hărții este cu atât mai mică, cu cât scara este mai mică. Pe hărți scara este trecută în trei feluri: numerică, directă și grafică.

- **Scara numerică** se exprimă ca o fracție, în formă generalizată: $1/n$ sau $1:n$, în care numărătorul este egal cu unitatea și numitorul arată de câte ori s-a făcut micșorarea, de exemplu 1: 25 000.

- **Scara directă** se prezintă, de pildă, pentru o hartă la scara 1: 100 000, sub forma :1 cm = 1 000 m.

- **Scara grafică** este reprezentarea grafică a scării numerice și permite determinarea grafică a distanțelor de pe teren.

Scara grafică liniară se reprezintă sub forma unui segment de dreaptă (fig. 0.16.), divizat din cm în cm. Prima diviziune se notează cu zero, iar celelalte cu valorile considerate pe teren. În felul acesta 1 cm de scară devine *unitatea de bază a scării*, iar corespondentul lui de pe teren se numește *valoarea scării*. Primul centimetru din stânga diviziunii zero se numește *baza* sau *talonul* scării și se împarte în milimetri, trecându-se valorile corespunzătoare pe teren. Precizia scării va fi egală cu $1/10$ din bază. Talonul poate fi divizat și în alte unități grafice, de exemplu din 2 în 2 mm. În acest caz, dacă baza este de 1 cm înseamnă că precizia scării va fi de o cincime din bază. În general, dimensiunile talonului scării se iau astfel încât distanțelor de pe teren să le corespundă valori rotunde. De exemplu, pentru o scară 1: 40 000 talonul va fi de 2,5 cm, la care corespunde 1 km pe teren, iar pentru scara 1:50 000 talonul va fi de 2 cm. Scara grafică liniară se poate reprezenta sub diverse forme.

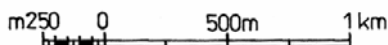


Fig. 0.16. Scara grafică simplă pentru scara 1: 25 000

Scara grafică compusă cu transversale (scara transversală) este alcătuită dintr-un portativ cu 11 linii paralele și echidistante la 1-2 mm sau mai mult. Fiecare centimetru este marcat cu câte o linie perpendiculară pe portativ. Prima diviziune de la stânga la dreapta se notează cu zero, iar celelalte cu valorile corespunzătoare de pe teren, în funcție de scara numerică. La sfârșit se trece unitatea de măsură în care sunt exprimate distanțele de pe

teren. De obicei, aceste notări se fac sub prima linie de jos a portativului, care devine astfel o scară grafică liniară. Talonul scării se împarte în zece părți egale, atât pe linia de sus cât și pe cea de jos (fig. 0.17.). Apoi, prima diviziune de sus (luată de la dreapta spre stânga) se unește cu diviziunea zero de jos printr-o linie oblică (transversală); în continuare, a doua diviziune de sus se unește cu prima de jos, a treia de sus cu a doua de jos ș.a.m.d. Transversalele se pot trasa și invers, unind diviziunea zero de sus cu prima de jos, apoi prima de sus cu a doua de jos etc. În acest caz, valorile diviziunilor se notează pe linia de sus, care devine astfel o scară simplă (liniară).

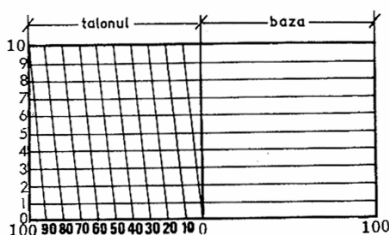


Fig. 0.17

În felul acesta, talonul scării devine divizat în 10 părți, atât pe orizontală, cât și pe verticală. Precizia scării grafice transversale este de $1/100$ din bază. Acest lucru se poate demonstra astfel: distanța AB de pe latura superioară este de $1/10$ din baza scării, prin construcție. Considerăm triunghiurile OAB și Ors (fig. 0.18.). Deoarece segmentele $r - s$ și $o - p$ sunt paralele între ele și cu AB prin construcție, rezultă că aceste triunghiuri sunt asemenea. Deci se poate scrie:

$$\frac{rs}{AB} = \frac{Os}{OB} \quad \text{și} \quad rs = \frac{Os}{OB} \cdot AB,$$

dar: $\frac{Os}{OB} = \frac{1}{10}$ prin construcție, așa că:

$$rs = \frac{1}{10} \cdot AB.$$

Întrucât prin construcție și AB este $1/10$ din bază, rezultă:

$$rs = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100} \text{ din bază.}$$



Fig. 0.18

Scara grafică variabilă se folosește pentru hărțile cu scări mici, pe care distanțele sunt afectate de deformările care se produc prin trecerea de la suprafața curbă a Pământului la suprafața plană a hărții. Astfel, pentru unele hărți construite în proiecția conică conformă sau în unele proiecții cilindrice se utilizează o scară grafică variabilă, bazată pe principiul că variația scării lungimilor este direct proporțională cu variația latitudinii. Această scară se construiește astfel: se desenează un număr de drepte paralele echidistante, corespunzător paralelelor existente pe hartă. Pe dreapta care coincide pe hartă cu linia de deformări nule (linia de tangență sau de secantă) se notează scara principală a hărții, marcându-se fiecare diviziune a bazei cu valoarea din natură în kilometri; prima diviziune din stânga se notează cu zero și din ea se ridică o perpendiculară care intersectează toate paralelele. Toate diviziunile de pe celelalte paralele se determină separat, astfel: pentru fiecare paralelă se calculează lungimea segmentului ce corespunde valorii de bază considerată pe scara principală. Se trec apoi aceste măriri, o dată în stânga diviziunii 0 – 0 și de mai multe ori în dreapta ei. Punctele obținute pe fiecare paralelă în parte, care marchează diviziunile corespunzătoare aceleiași valori, se unesc între ele prin linii curbe. Segmentele din stânga diviziunii 0 – 0 (din talon) se împart, pentru fiecare paralelă în parte, în câte zece părți egale sau în câte cinci (fig. 0.19.).

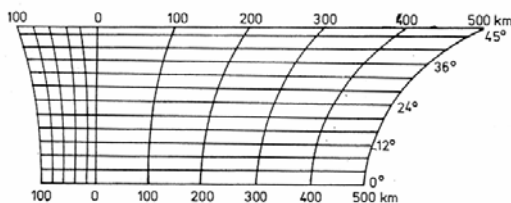


Fig. 0.19. Scară variabilă cu linii curbe

Pentru alte hărți, cum sunt cele construite în proiecția cilindrică dreptunghiulară, se folosește alt tip de scară grafică variabilă. Modul de construcție este același, numai că diviziunile nu mai sunt unite prin linii curbe, ci prin linii drepte.

- **Scara locală** reprezintă raportul dintre un segment infinit mic de pe hartă și lungimea arcului corespunzător de pe elipsoidul de referință adoptat și depinde de direcția segmentului. Scara locală dă posibilitatea aprecierii mărimii deformărilor în proiecția cartografică, în comparație cu scara principală. Este sinonimă cu: scară proprie a unui punct, scară secundară (*Glossaire francais de cartographie*, 1970)

- **Scara principală** reprezintă scara care se întâlnește de-a lungul liniilor de deformări nule, în punctul central al proiecției, deci acolo unde nu se produc deformări.

11. **Deformarea** este diferența între un element de pe suprafața elipsoidului sau sferei terestre și omologul său de pe planul de proiecție. **D.** lungimilor – diferența între lungimea unui arc de cerc de pe planul de proiecție și lungimea arcului corespunzător de pe elipsoidul de referință sau sfera terestră. **D.** suprafețelor – diferența între suprafața unei figuri de pe planul de proiecție și suprafața figuri corespunzătoare pe elipsoidul de referință sau sfera terestră. **D.** unghiurilor – diferența între unghiul format de două linii pe planul de proiecție și unghiul format de liniile corespunzătoare considerate pe elipsoidul sau sfera terestră (*Glossaire français de cartographie*, 1970).

12. **Dirrecția principală** (la plural) reprezintă direcția/direcțiile pe care deformările au valori minime și maxime. Ele sunt perpendiculare atât pe glob, cât și pe planul de proiecție și corespund cu axele elipsei deformărilor. Uneori aceste direcții coincid cu direcția meridianelor și paralelelor și anume în proiecțiile în care meridianele și paralelele se intersectează în unghiuri drepte.

13. **Cercul trigonometric și cercul topometric.** Cercul cu centrul în „O” din figura 0.20. cu raza $R = 1$ este un cerc trigonometric, în care numerotarea cadranelor se face în sens invers mișcării acelor de ceasornic. În figura 0.21. este redat un cerc topometric, unde cadranele se numerează în sensul direct al mișcării acelor de ceasornic. Acest sens de numerotare coincide cu sensul de divizare a cercurilor orizontale ale aparatelor topografice.

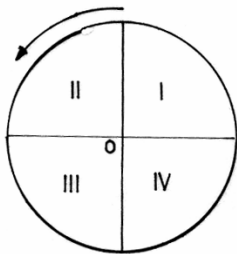


Fig. 0.20. Cerc trigonometric

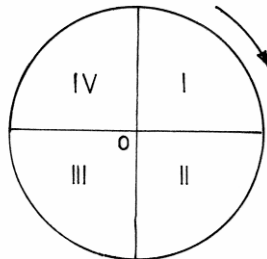


Fig. 0.21. Cerc topometric

05. NOȚIUNI DESPRE ERORI ÎN TOPOGRAFIE

05.1. Generalități

Atât în domeniile care implică efectuarea unor măsurători sau calcule (matematică, fizică, chimie, topografie, geodezie etc.), cât și în cele care presupun exprimarea în alte moduri a rezultatelor gândirii umane (filozofie, drept ș.a.) apar, din diferite motive, diferențe între rezultatele obținute (teoriile, soluțiile exprimate) și cele adevărate, corecte. Aceste neconcordanțe sunt cunoscute sub numele de **erori** (erori logice, erori judiciare etc.).

Pentru înțelegerea mai ușoară a problemelor referitoare la erori, este necesar să se urmărească mai întâi câteva noțiuni de bază cu care se operează în studiul erorilor.

- **Valoarea adevărată** reprezintă raportul dintre mărimea măsurată și unitatea de măsură adoptată. Niciodată, în practică, nu se determină valoarea adevărată a unei mărimi. Aceasta reprezintă o noțiune abstractă a mărimilor, către care tindem să ne apropiem. Cu cât valorile dintr-un șir de măsurători sunt mai apropiate (ca valoare) între ele, cu atât este mai mare posibilitatea ca aceasta să se apropie de valoarea reală (adevărată).

- **Valoarea măsurată („I’)** poate fi oricare dintre termenii unui șir de valori obținute la măsurarea în aceleași condiții a unei mărimi, adică de același operator, cu aceleași instrumente și, pe cât posibil, în aceleași condiții de mediu.

- **Valoarea medie („M’)** este o valoare cu care se înlocuiește valoarea exactă a unei mărimi când măsurarea acesteia este afectată de erori. Valoarea medie reprezintă media aritmetică a valorilor individuale ale unui șir de măsurători și este valoarea cea mai apropiată de valoarea adevărată:

$$M = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{n},$$

în care „n” reprezintă numărul termenilor măsurătorii.

De exemplu, s-a măsurat de patru ori un unghi orizontal cu un teodolit și au rezultat următoarele valori măsurate:

$$l_1 = 123^{\circ}42'17''$$

$$l_2 = 123^{\circ}42'30''$$

$$l_3 = 123^{\circ}42'24''$$

$$l_4 = 123^{\circ}42'41''$$

Valoarea estimată M va fi:

$$M = \frac{\sum l_n}{n} = \frac{493^{\circ}69'12''}{4} = 123^{\circ}42'28''$$

- **Ecartul (Δ)** reprezintă diferența dintre două măsurători succesive referitoare la aceeași mărime. De exemplu, ecartul între măsurătorile l_1 și l_2 este de $13''$, între l_2 și l_3 de $6''$, iar între l_3 și l_4 de $17''$.

- **Ecartul maxim ($\Delta_{\max}$)** reprezintă diferența dintre valoarea cea mai

mare și valoarea cea mai mică dintr-un șir de măsurători efectuate asupra aceleiași mărimi. Ecartul maxim este important în practica măsurătorilor pentru că acceptarea unei măsurători este în dependență directă de ecartul maxim. Astfel, o măsurătoare se consideră justă când este satisfăcută condiția ca $\Delta_{\max} \leq T$, în care T este toleranța.

- **Toleranța (T)** este limita maximă a ecartului maxim. Condiția generală ca o măsurătoare să fie valabilă este ca limita superioară a erorii sau abaterii să nu depășească toleranța admisă, adică $T \geq \Delta_{\max}$.

De exemplu, să considerăm că s-a efectuat un șir de măsurători asupra unei distanțe (o bază de triangulație locală) și s-au obținut următoarele valori măsurate: $l_1 = 1359,93$ m, $l_2 = 1359,97$ m, $l_3 = 1360,02$ m

Toleranța pentru bazele de triangulație locală este $T = 0,03 + 0,002 \sqrt{M}$, în care M este valoarea medie a valorilor măsurate, adică:

$$\Delta_{\max} = 1360,02 \text{ m} - 1359,93 \text{ m} = 0,09 \text{ m}$$

$$M = \frac{1359,93 + 1359,97 + 1360,02}{3} = 1359,97 \text{ m}$$

Introducând această valoare în expresia toleranței, rezultă:

$$T = 0,03 + 0,002 \sqrt{1359,97} = 0,104 \text{ m.}$$

Dacă se compară toleranța cu ecartul maxim se observă că $T > \Delta_{\max}$ și deci condiția ca măsurătoarea să fie justă este îndeplinită, deoarece $0,104 \text{ m} > 0,009 \text{ m}$.

05.2. Erorile și clasificarea lor

Eroarea reprezintă diferența de mărime și sens dintre valoarea măsurată și valoarea adevărată. Lăsând la o parte cazul erorilor grosolane (sau greșelilor), erorile de măsurare sunt inevitabile. Cu alte cuvinte, erorile sunt greșeli admisibile (tolerabile), în timp ce greșelile sunt erori inadmisibile.

Cum se poate ști dacă în timpul măsurătorilor s-a făcut o eroare sau o greșeală? Această diferențiere se face cu ajutorul toleranței și ecartului maxim. Când toleranța este mai mică decât ecartul maxim, măsurătoarea respectivă este *greșită* și trebuie refăcută. Dacă toleranța este mai mare decât ecartul maxim, atunci *diferența dintre valoarea medie și valoarea adevărată reprezintă eroarea* care s-a produs în timpul măsurătorilor.

Clasificarea erorilor. Se deosebesc două mari categorii: *erori sistematice* și *erori întâmplătoare (accidentale)*. Dacă valoarea aproximativă a a unei mărimi x s-a obținut printr-o măsurătoare, atunci eroarea absolută $\varepsilon = a - x$ se mai numește **eroarea de măsurare**.

Cauzele erorilor de măsurare constau fie în imperfecțiunea instrumentelor (erori instrumentale), fie în neîndemânarea de potrivire a instrumentelor și de citire a valorilor, la care se adaugă oboseala operatorului, lipsa vizibilității.

Erorile instrumentale sunt fie constante, fie sistematice. De exemplu, ora indicată de un ceas precis, dar care a fost potrivit greșit admite o *eroare constantă*, și anume eroarea cu care s-a greșit la potrivire. Dacă însă se știe că în decursul a 48 de ore ceasul o ia înainte cu 10 secunde, atunci ora indicată de acest ceas este afectată de o *eroare sistematică*. Mărimea acestei valori depinde de timpul scurs de la ultima potrivire. Erorile sistematice se produc în același sens și, în cazul măsurătorilor de unghiuri și distanțe, cantitatea lor crește cu numărul măsurătorilor. Au avantajul că sunt erori controlabile.

Un alt exemplu de eroare sistematică este eroarea de lungime (de etalon) rezultată din construcția sau repararea unei panglici de oțel de 50 m. Aceasta, în momentul în care a fost etalonată a avut, în loc de 50 m (cât ar fi fost corect), lungimea de 50,012 m. Când se fac măsurători cu o astfel de panglică, rezultă că la fiecare întindere a panglicii, în loc de 50,012 m se consideră numai 50,000 m, deci se produce o eroare de $-0,012$ m. În consecință, pentru a obține un rezultat adevărat, va trebui ca la fiecare panglică să adăugăm 0,012 m.

Dacă, dimpotrivă, lungimea panglicii ar fi în realitate mai mică decât cea marcată pe ea, ca de exemplu 49,991 m, în loc de 50,000 m, se produce o eroare de $+0,009$ m, adică panglica a fost considerată că are lungimea de 50,000 m, deși ea nu are decât 49,991 m. În acest caz, va trebui ca la fiecare așternere a panglicii pe distanța ce trebuie măsurată să se scadă 0,009 m.

Erorile instrumentale (constante și sistematice) sunt deseori inevitabile. Ele pot fi însă detectate și eliminate datorită regularității lor.

Erorile întâmplătoare sau *accidentale* pot fi datorate atât cauzelor subiective ale operatorului (eroarea de citire a diviziunilor de pe panglică sau a diviziunilor altor aparate și instrumente, imposibilitatea de a stabili corect coincidența diviziunilor cu ochiul liber), cât și cauzelor necontrolabile sau imprevizibile care apar în procesul de măsurare (variațiile de temperatură, lipsa de stabilitate a solurilor, datorită frecării panglicii de suprafața terenului etc.). Aceste erori au o mărime și un sens care se produc la întâmplare și se supun legilor probabilității. Ele nu pot fi eliminate, ca în cazul erorilor instrumentale, dar pot fi atenuate prin corectare, dacă măsurătorile s-au efectuat de un număr mare de ori.

05.3. Relații între erori și corecții

În timpul măsurătorilor se produc inevitabil erori, iar valorile rezultate sunt **valori eronate**, adică afectate de erori. Valorile eronate nu pot fi introduse în calcule înainte de a fi corectate.

Corecțiile sunt cantități care, adăugate cu semnul lor la valorile eronate, dau valorile *juste* (cele mai apropiate de valorile adevărate).

Corecția „c” rezultă din relația $c = V_j - V_e$, deci reprezintă diferența dintre valoarea justă și valoarea eronată. În orice măsurătoare există următoarele relații:

$$\begin{array}{lll} V_j + e = V_e; & e = V_e - V_j; & e + c = 0; \\ V_e + c = V_j; & c = V_j - V_e; & e = -c, \end{array}$$

în care: V_j = valoarea justă, V_e = valoarea eronată, e = eroarea și c = corecția.

Rezultă deci că întotdeauna *corecția este egală și de semn contrar cu eroarea*.

06. FORMA ȘI DIMENSIUNILE PĂMÂNTULUI

Studiul formei și al dimensiunilor Pământului a constituit și constituie una din preocupările importante ale măsurătorilor terestre.

Forma de sferă. Dacă se face abstracție de diferite denivelări, se apreciază că forma de bază a Pământului este cea de *sferă*, formă care a fost pusă în evidență de-a lungul veacurilor prin analogii și observații. Astfel, în antichitate, *Anaximandru din Milet* (610-546 î.e.n.) a emis ideea sfericității Pământului, iar *Aristotel* (384-322 î.e.n.), observând umbra planetei noastre pe Lună în timpul eclipselor de Lună, a dedus că Terra este rotundă, deoarece numai un corp rotund poate lăsa o umbră rotundă. Alt argument în favoarea sfericității Pământului a fost faptul că la o corabie care se îndepărtează de țărm dispare din câmpul vizual mai întâi corpul acesteia, și pe urmă catargul.

Primul care a reușit să demonstreze, prin măsurători și calcule sfericitatea Pământului a fost geograful, matematicianul și astronomul *Erathostene Batavus* (275-195 î.e.n.). Acesta, pe când era custode al celebrei biblioteci din Alexandria (Egipt) a observat că la Syene (Assuanul de azi), în timpul solstițiului de vară (21 iunie după calendarul nostru) soarele era vizibil, la amiază, din fundul unui puț, ceea ce demonstra că razele sale cădeau perpendicular pe suprafața Pământului în acel loc.

Peste un an, tot la 21 iunie, Erathostene se afla la Alexandria (la nord față de Siene) și a observat că la amiază razele soarelui făceau un unghi cu verticala locului. Acest unghi a fost calculat prin raportul dintre umbra și înălțimea unui gnomon și a obținut o valoare de $1/50$ din circumferința unui cerc, adică o valoare de $7^{\circ}12'$.

Erathostene a pornit de la premizele că Pământul este o sferă și că razele Soarelui ajung la sol paralele între ele. În acest caz, unghiul α măsurat la Alexandria este egal cu unghiul α' (fig. 0.22.), fiind unghiul dintre Siene și Alexandria.

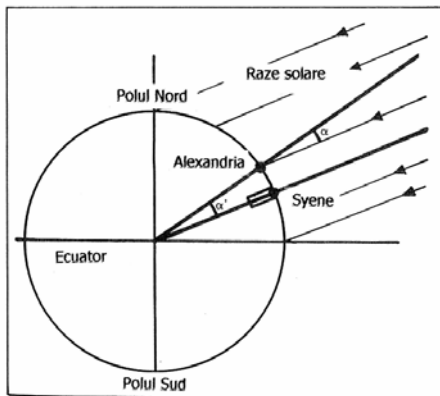


Fig. 0.22

Deoarece distanța dintre aceste două localități era apreciată la 5000 de stadii egiptene, înseamnă că unghiului la centru de $7^{\circ}12'$ îi corespundea un arc de cerc cu o lungime de 5000 de stadii, iar lungimea unui cerc meridian este deci egală cu: $5000 \text{ stadii} \times 50 = 250\,000 \text{ stadii}$.

Considerând o stadie egipteană egală cu 162 m, rezultă că lungimea meridianului determinată de Erathostene era de: $250\,000 \text{ stadii} \times 162 \text{ m} = 40\,500\,000 \text{ m}$, în loc de circa $40\,000\,000 \text{ m}$ cât s-a obținut în prezent prin măsurători moderne. Diferența între cele două valori are mai multe cauze. Eroarea de determinare a diferenței zenitale între cele două localități, faptul că cele două localități nu sunt situate pe același meridian, diferența de longitudine fiind de $2^{\circ}53'$. Totodată, nu se cunoaște exact corespondența în metri a stadii egiptene (162 m, 177,6 m sau 185 m) și nici locul, unde a fost fixat gnomonul, în Alexandria.

Mai târziu, *Posidonius* (135-51 î.e.n.) a folosit aceeași metodă de calcul ca și Erathostene și a obținut lungimea unui cerc meridian egală cu 240 000 stadii, adică în sistemul metric: $240\,000 \text{ stadii} \times 162 \text{ m} = 38\,880\,000 \text{ m}$.

Prima confirmare a sfericității Pământului a fost adusă de *Magellan*, care a înconjurat Pământul pe apă.

La începutul *evului mediu*, pe fondul unui regres general al științelor, s-au emis diferite concepții asupra formei Pământului, considerându-se că acesta ar avea forma unui dreptunghi, a unui disc ce plutește pe ocean, a unui taler fixat pe niște coloane etc. Tot în evul mediu și-au făcut loc și concepții

științifice corecte asupra formei planetei noastre, mai ales la arabi, care recunoșteau ideea sfericității Pământului și au încercat efectuarea unor măsurători pentru determinarea lungimii unui grad de latitudine, în Câmpia Mesopotamiei.

Epoca măsurătorilor pentru determinarea lungimii arcului de meridian și respectiv a dimensiunilor Pământului a fost deschisă de *Dr. Fernel* în anul 1525 în Franța și de *Richard Norwood* în Anglia (1633). Dr. Fernel a măsurat distanța dintre Paris și Amiens cu ajutorul circumferinței roții trăsurii și a obținut pentru un arc de meridian de 1° la latitudinea medie dintre cele două localități o valoare de 57 070 toises (1 toise = 1,94904 m), adică 111 231,71 m. R. Norwood a măsurat cu lanțul distanța dintre Londra și York și a obținut pentru lungimea arcului de meridian de 1° valoarea de 367 176 picioare (1 picior = 0,3048 m), adică 111 915 m.

O adevărată revoluție în tehnica măsurătorilor terestre a produs-o inventarea *metodei triangulației*. După unii autori, metoda ar fi fost cunoscută încă din Egiptul antic, după alții aplicarea ei se datorează profesorului spaniol *Pedro Esquivel* de la Universitatea d'Alcalo de Henares. În mod cert, aplicarea ei practică a fost înfăptuită de către olandezul *Willebrord Snellius* (1580-1626) și este prezentată în lucrarea „Eratosthenes Batavus, de Terrae Ambitus vera quantitate, a Willebrordo Snellius, Lugundi-Batavorum 1617”.

Prin aplicarea triangulației, *Snellius* a determinat mărimea arcului meridian dintre localitățile Berg op Zoom și Alkmar, pentru care a obținut 55 022 toises, adică 107 238 m pentru un arc de meridian de 1° .

În urma măsurătorilor efectuate, astronomul francez *Picard* a obținut pentru un arc de meridian de 1° , 57 060 toises, adică 112 212 m.

Elipsoidul de rotație. Turtirea Pământului la poli și bombarea la ecuator a fost demonstrată în 1687 de fizicianul englez *Isaac Newton* (1643-1727), prin descoperirea legii atracției universale, conform căreia forța de atracție F_a dintre două corpuri este direct proporțională cu produsul celor două mase m_1 și m_2 și invers proporțională cu pătratul distanței r dintre centrele celor două corpuri:

$$F_a = k \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

în care $k = (6,6732 \pm 0,0031) \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$; k reprezintă constanta atracției universale.

Ca urmare a rotirii planetei în jurul axei polilor apare o forță centrifugă de inerție F , perpendiculară pe axa polilor și îndreptată spre exteriorul Pământului. Această forță centrifugă de inerție se însumează vectorial cu

greutatea G ($G = mg$), care este îndreptată spre centrul Pământului. Accelerația gravitațională g variază cu latitudinea, însă foarte puțin, în jurul valorii medii de $9,80665 \text{ m/s}^2$ ($g_{\text{pol}} = 9,831 \text{ m/s}^2$; $g_{\text{ecuator}} = 9,797 \text{ m/s}^2$). În schimb, forța centrifugă are valori mari la ecuator și tinde spre zero la poli.

Astfel, Isaac Newton împreună cu olandezul *Cristiaan Huygens* (1629-1695), cel care a elaborat teoria clasică a forțelor centrifuge, au arătat că la ecuator forța centrifugă este mai mare, forța gravitațională mai mică (pentru că raza este mai mare) și prin urmare Pământului este mai bombat la ecuator și mai turtit la poli.

Măsurătorile efectuate cu ajutorul pendulului de către *J. Richers* la Paris și Cayenne (în Guyana) au confirmat teoria lui Newton asupra formei Pământului. Primele măsurători efectuate în acest scop au fost cele ale fraților *Cassini*, care din cauza determinării greșite a latitudinilor au ajuns la concluzia eronată că Pământului este turtit la ecuator și alungit spre poli, având formă fusiformă.

În urma acestor rezultate contradictorii, Academia Franceză de Științe a organizat așa-numitele „expediții celebre”:

- în regiunea ecuatorială, la Quito (în Ecuador), între anii 1735-1745, condusă de Bouguer, La Condamine și Godin;
- în Laponia (1736), condusă de Clairaud și Maupertuis;
- la latitudini medii, pentru măsurarea arcului de meridian dintre Dunkerque și Barcelona, în anul 1792 (expediție încredințată lui Delambre și Méchain).

După aceste operațiuni de măsurare a unor arce de meridian la latitudini ecuatoriale, medii și polare s-a demonstrat că lungimea arcului de meridian de 1° de la pol este mai mare decât arcul de meridian de 1° de la ecuator, deci raza de curbură a celui de la pol este mai mare și de aici concluzia că Pământul este mai turtit la poli, și nu la ecuator, așa cum susțineau frații Cassini și respectiv curentul cassiniștilor. A învins, în mod corect, curentul newtoniștilor.

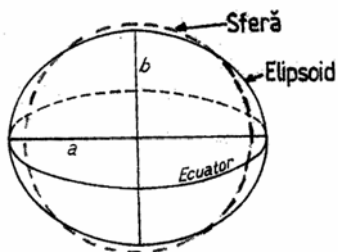


Fig. 0.23. Elipsoidul de rotație

Prin urmare, s-a convenit că forma generală a Pământului este de sferoid și asimilată unui *elipsoid de rotație* obținut prin rotirea unei elipse în jurul axei mici.

Semiaxe elipsoidului sunt notate cu a , b și c . Dacă două semiaxe sunt egale, respectiv $a = b$, atunci este vorba de un *elipsoid de rotație* sau *elipsoid biaxial* (fig. 0.23.).

Măsurătorile geodezice pentru determinarea elementelor elipsoidului terestru, efectuate începând cu secolul al XIX-lea au condus la diferite valori pentru semiaxele elipsei meridiene (a , b), ca și pentru turtirea α , definită ca raport între diferența semiaxelor prin semiaxa mare a Pământului:

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$

Pentru secolul al XIX-lea merită amintite următoarele lucrări pentru realizarea triangulației, care au fost îndrumate de „Asociația pentru măsurarea globului în Europa Centrală”, înființată în anul 1862 și devenită în 1886 „Asociația Geodezică Internațională” (Internationale Erdmessung), printre ai cărei membri se află și România:

- lucrările efectuate de către K.F. Gauss și F.W. Bessel în Germania;
- lucrările lui V.I. Struve și Tenner, care au măsurat un lanț de triangulație de peste 25° în sensul meridianului, între latitudinile de 70°40'11" și 45°20'09", adică de la Oceanul Înghețat și până la gurile Dunării;
- între Insula Valencia din vestul Irlandei și localitatea Orșa (din Munții Ural), lanț de triangulație geodezică executat, între 1827-1861, aproximativ de-a lungul arcului de cerc paralel de 52° și ajungând până la latitudinea de 69°;
- lanțul de triangulație între Europa și Africa, peste Marea Mediterană (1879).

Măsurătorile geodezice se execută pe suprafața fizică (topografică), iar prelucrarea acestora se face pe o suprafață matematică cunoscută sub denumirea de **suprafață de referință**. Pentru *măsurătorile altimetrice*, suprafața de referință este *geoidul*, astfel încât originea altitudinilor se consideră a fi suprafața de nivel zero, suprafața Oceanului Planetar. Pentru *planimetrie* se folosește *suprafața elipsoidului de referință*, pe care se proiectează suprafața topografică.

De-a lungul timpului au fost determinați (după 1957, inclusiv prin folosirea sateliților artificiali ai Pământului) și utilizați mai mulți elipsoizi de referință, dintre care unii sunt redați în tabelul 0.II.

Dintre aceștia, țara noastră a folosit elipsoizii Bessel și Clarke până în 1930, elipsoidul Hayford până în 1950, elipsoidul Krasovski începând din 1951, iar elipsoidul WGS 84 (World Geodetic System 1984) începând din 1992.

Tabelul 0.II

<i>Elipsoidul</i>	<i>Anul</i>	<i>Semiaxa mare (m)</i>	<i>Semiaxa mică (m)</i>	<i>Turtirea</i>
Delambre	1800	6 375 653	6 356 564	1:334
Walbek	1819	6 376 896	6 355 833	1:302,8
Bessel	1841	6 377 397	6 356 079	1:299,2
Tenner	1844	6 377 096	6 356 015	1:302,5
Listing	1872	6 377 365	6 355 298	1:289
Clarke	1880	6 378 394	6 356 515	1:293,5
Helmert	1906	6 378 140	6 356 758	1:298,3
Hayford	1909	6 378 388	6 356 912	1:297
Krasovski	1936	6 378 210	6 356 850	1:298,6
Krasovski	1940	6 378 245	6 356 863	1:298,3
Hough	1956	6 378 260	6 356 784	1:297
Fisher	1960	6 378 155	6 356 773	1:298,3
Australian „165”	1962	6 378 165	6 356 783	1:298,3
Kaula	1964	6 378 160	6 356 775	1:298,247
Veis	1964	6 378 169	6 356 784	1:298,25
AIG	1967	6 378 160	6 356 755	1:298,25
Rapp	1967	6 378 157	6 356 772	1:298,25
SGR 1967	1967	6 378 160	6 356 774,504	1:298,2
WGS 72	1972	6 378 135	6 356 750,52	1:298,26
SGR 80	1980	6 378 137	6 356 752,298	1:298,3
WGS 84	1984	6 378 137	6 356 752,314	1:298,3

În anul 1924 *elipsoidul Hayford* a fost adoptat ca *elipsoid internațional* de către Congresul Uniunii Internaționale de Geodezie și Geofizică care a avut loc în acel an la Madrid. Fosta URSS a adoptat în 1940 elipsoidul Krasovski, fiind urmată, după cel de-al doilea război mondial și de alte țări socialiste.

În funcție de elementele elipsoidului Hayford (1909) și respectiv Krasovski (1940) au fost calculate diferite valori referitoare la dimensiunile Pământului, redate comparativ în tabelul 0.III.

În timpul măsurătorilor începute în 1930 pentru calcularea elipsoidului Krasovski s-a constatat că Terra este de fapt un *elipsoid triaxial*, adică pe lângă turtirea de la poli, mai are și una la ecuator, egală cu 1: 91 827 la longitudinea vestică de 15°,4, ceea ce face ca ecuatorul terestru să nu fie un cerc, ci o elipsă ce are între semiaxele sale o diferență de $69,5 \pm 0,8$ m. Utilizarea elipsoidului triaxial (în lucrări geodezice și cartografice) ar complica foarte mult calculele, motiv pentru care Pământul se consideră un elipsoid biaxial.

Tabelul 0.III

Valori referitoare la dimensiunile Pământului	Elipsoidul Hayford (1909)	Elipsoidul Krasovski (1940)
Lungimea ecuatorului	40 076 594 m	40 075 704 m
Lungimea meridianului	40 009 152 m	40 008 548 m
Lungimea medie a arcului de meridian de 1°	111 136,5 m	111 135 m
Suprafața Pământului	510 101 000 m	510 083 000 m
Suprafața uscatului	148 825 000 m	148 620 000 m
Suprafața Oceanului Planetar	361 125 000 m	361 455 000 m
Raza ecuatorială	6 378 388 m	6 378 245 m
Raza polară	6 356 912 m	6356 863 m
Raza medie a Pământului considerat sferă	6 371 229,3 m	6 371 111 m

Forma de geoid. Forma Pământului nu coincide cu cea a elipsoidului de rotație, datorită neregularității suprafeței topografice, care prezintă înălțări și adâncituri față de nivelul Oceanului Planetar (cu un maxim de cca. 11 km). S-a stabilit că Terra are o formă proprie, denumită **geoid**. Această noțiune a fost propusă în 1873 de astronomul englez *I.B. Listing* și se definește ca o suprafață echipotențială care coincide cu suprafața liniștită a oceanelor și mărilor deschise, neafectate de marea sau variații ale presiunii atmosferice, prelungită pe sub continente și perpendiculară în orice punct al ei, pe direcția verticalei locului (direcția firului cu plumb). Altfel spus, este o suprafață calculată a câmpului gravitațional.

Valoarea medie a abaterilor geoidului de la elipsoidul terestru este de circa 50 m, iar abaterea maximă este în jur de ± 150 m. Ondulațiile geoidului față de suprafața geometrică a elipsoidului de referință au valori relativ mici mai ales din punct de vedere unghiular, deviația verticalei (unghiul format de normalele la cele două suprafețe) rareori depășind 9" (fig. 0.24.).

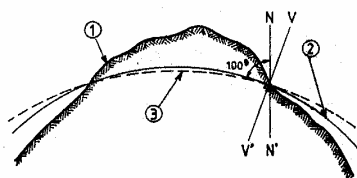


Fig. 0.24. Relația între suprafața topografică, geoid și elipsoidul de referință: 1 – suprafața topografică; 2 – geoid; 3 – elipsoid de referință; VV' – verticala la elipsoid; NN' – normala la geoid.

Atât suprafața reală a Pământului, cât și cea a geoidului sunt neregulate și, prin urmare, a fost necesară adoptarea unei forme delimitate de suprafețe geometrice, definite riguros din punct de vedere matematic și care să difere

cât mai puțin de geoid. Acest corp geometric ce aproxima forma de geoid a Terrei este **elipsoidul de rotație** cu turtirea mică la poli. Pentru lucrări geodezice pe suprafețe mici, cu scopul simplificării calculelor, Pământul se poate aproxima cu o *sferă*.

Geoidul pară (terroid, telluroid). A doua jumătate a secolului al XX-lea a marcat o nouă etapă în cadrul măsurătorilor terestre, prin lansarea sateliților artificiali ai Pământului, care au permis determinarea cu foarte mare precizie a formei și dimensiunilor planetei noastre (prin *geodezia dinamică spațială*), legarea triangulației la scară mondială (prin *triangulație cosmică*), determinarea fluctuațiilor în perioada de rotație a Pământului și în mișcarea polilor, urmărirea mișcărilor crustale etc.

În anul 1974, Serviciul Național Geodezic American (National Geodesic Survey) a început cea mai amplă operație de calcul a dimensiunilor Pământului, folosind computere de mare capacitate. Au fost preluate date de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) cu ajutorul sateliților geodezici (circa 2, 5 milioane de ecuații) pentru a se determina aproximativ 400 000 de puncte geodezice amplasate pe toată suprafața Terrei. Aceste puncte au servit la determinarea cu foarte mare precizie a geoidului.

Sateliții geodezici activi sau pasivi (Vanguard 1, Echo 1 și 2, GEOS 1, 2 și 3, STARLETTE – Satellite de Taille Adaptée avec Réflecteurs Laser pour les ETudes de la Terre ș.a.) au facilitat determinarea precisă a formei Pământului, constatându-se că geoidul prezintă față de ecuator o asimetrie, având formă de pară și prezentând anumite deformări: o ridicare de circa +15 m în zona polului Nord, o depresiune de circa –15 m în zona Polului Sud (fig. 0.25.). Pentru această formă s-au propus denumirile de: **geoid pară**, **terroid** sau **telluroid**.

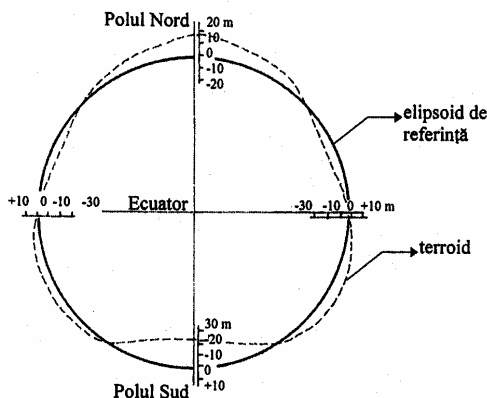


Fig. 0.25. Geoidul pară (după King-Hele, 1973)

TOPOGRAFIA

A. PLANIMETRIA

Partea din topografie care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor necesare determinării poziției în plan a punctelor topografice de pe teren, în scopul transpunerii lor pe plan sau hartă, se numește *planimetrie*. Pentru realizarea acestui deziderat este necesar să se facă recunoașterea terenului în vederea alegerii punctelor topografice care urmează să fie marcate și semnalizate, precum și măsurătorile pe teren a distanțelor și unghiurilor topografice (atât orizontale, cât și verticale). Pe lângă acestea, trebuie ca măsurătorile pentru determinarea poziției în plan a punctelor de detaliu să se bazeze pe o rețea de puncte de sprijin. Această rețea de sprijin poate exista sau poate să fie construită.

Elementele obținute în urma măsurătorilor de pe teren permit prin calculele corespunzătoare, să se obțină, în final, coordonatele punctelor care permit stabilirea poziției în plan a acestora și respectiv raportarea lor pe plan în scopul realizării planului topografic.

1. MARCAREA ȘI SEMNALIZAREA PUNCTELOR TOPOGRAFICE

1.1. Marcarea punctelor topografice

Prin marcarea se materializează la sol punctele topografice, prin *țărui de lemn* (fig. 1.1., a), *de fier* (fig. 1.1., b), *borne de beton* (fig. 1.2.). Țăruii se folosesc în extravilan și în intravilan, când se fac marcări cu caracter temporar, iar bornele de beton se utilizează în cazul marcării punctelor permanente.

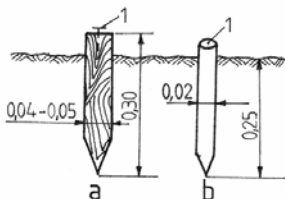


Fig. 1.1. Marcarea punctelor: a – țărui de lemn;
b – țărui de fier (1 – punctul matematic).

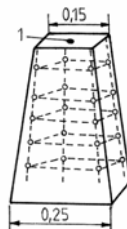


Fig. 1.2. Bornă de beton
(1 – punctul matematic)

1.2. Semnalizarea punctelor topografice

Semnalizarea este operația prin care, prin intermediul unor semnale, se face posibilă observarea punctelor topografice de la distanță.

Cel mai simplu semnal este jalonul (fig. 1.3.). Se construiește din lemn de esență moale, având un capăt ascuțit și îmbrăcat în sabot metallic și este vopsit alternativ, de obicei cu roșu și alb, fie din 25 în 25 cm, fie din 50 în 50 cm. Cel mai adesea, lungimea jalonului este de 2 m.

Alte semnale utilizate frecvent sunt: *baliza*, care poate fi simplă (fig. 1.4.) sau cu cutie (fig. 1.5.). Ultima prezintă avantajul că permite scoaterea balizei propriu-zise, iar punctul semnalizat poate fi utilizat și ca punct de stație. În plus, semnalul are mai multă stabilitate. Când se face stație cu teodolitul în punctul respectiv, punctul matematic, de deasupra cutiei, se determină prin intersectarea diagonalelor secțiunii cutiei. Balizele se vopesc, de asemenea, în culori contrastante mediului, respectiv cu alb și negru.

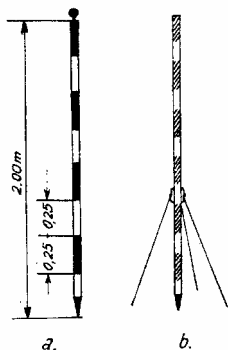


Fig. 1.3. Jalon: a – jalon simplu; b – jalon cu trepid (port jalon).



Fig. 1.4. Baliza simplă

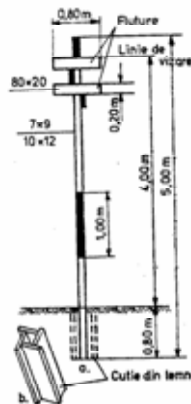


Fig. 1.5. Baliza cu cutie

Semnalizarea unor puncte topografice mai importante se face prin piramide ca acelea din figura 1.6. În ridicările topografice din intravilan se folosesc semnale speciale (fig. 1.7.) instalate pe clădiri. Uneori mai pot fi utilizate drept semnale și coșuri de fabrici, turnuri, crucile de pe turele bisericilor etc. Se pot folosi, de asemenea, semnale pe arbori (fig. 1.8.).

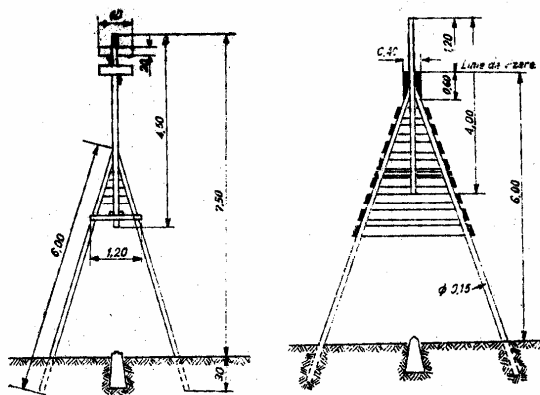


Fig. 1.6. Piramide topografice

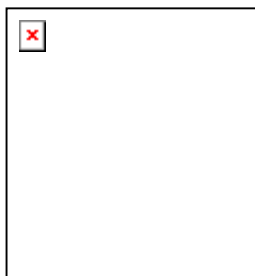


Fig. 1.7. Semnal topografic instalat pe clădiri

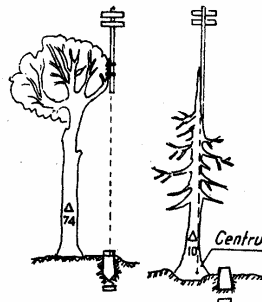


Fig. 1.8. Semnale pe arbori

1.3. Jalonarea unui aliniament

Un mod aparte de semnalizare îl constituie jalonarea aliniamentelor, care prezintă mai multe cazuri.

1.3.1. Jalonarea unui aliniament în linie dreaptă

Pentru aceasta, se fixează două jaloane în punctele capete ale aliniamentului. În cazul în care lungimea aliniamentului este mare, este necesar să se planteze și alte jaloane pe aliniamentul respectiv. Pentru aceasta, operatorul se așează la o distanță de 1-2 m de jalonul din A (fig. 1.9.) în așa fel ca raza vizuală să fie tangentă atât la jalonul

din A cât și la acela din punctul B. În continuare, un ajutor va planta, în sensul B–A, în ordinea cifrelor, atâtea jaloane câte sunt necesare, astfel ca la sfârșit viza să fie tangentă la toate jaloanele. De reținut că jaloanele din A și B trebuie să fie verticale, condiție care se realizează fie cu firul cu plumb, fie cu ajutorul unei nivele.

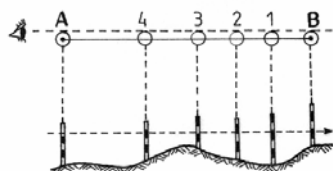


Fig. 1.9. Jalonarea unui aliniament în linie dreaptă

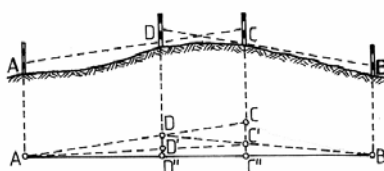


Fig. 1.10. Jalonarea unui aliniament între două puncte fără vizibilitate

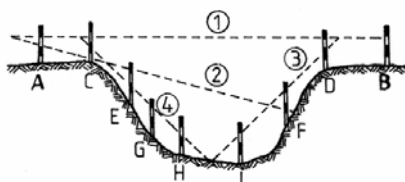


Fig. 1.11. Jalonarea unui aliniament peste o vale

1.3.2. Jalonarea unui aliniament între două puncte fără vizibilitate

Se realizează astfel: un operator se așează într-un punct C, situat cât mai aproape de aliniamentul AB și cu condiția ca din C să se vadă ambele puncte A și B (fig. 1.10.). Un alt operator se va deplasa cu un alt jalon în punctul D, care se găsește pe aliniamentul CA. Din punctul D trebuie, de asemenea, să fie vizibile punctele A și B. Apoi, pentru că punctele C și D nu se găsesc situate pe aliniamentul AB, cei doi operatori se deplasează succesiv (ca în fig. 1.10., jos), până când cele două jaloane intermediare (din C' și D') se vor afla pe aliniamentul A-B, în pozițiile C'' și D''.

1.3.3. Jalonarea unui aliniament peste o vale

Din punctul A (fig. 1.11.) operatorul dirijează un ajutor ca să planteze jaloanele în punctele D și C, apoi în punctele F și E și așa mai departe; cifrele și săgețile din figura 1.11. indică sensul și ordinea executării jalonării acestui aliniament.

2. MĂSURAREA DISTANTELOR

Se poate face direct, indirect sau optic și prin unde.

2.1. Măsurarea directă

Măsurarea directă a distanțelor constă în a așterne direct pe suprafața topografică instrumentul de măsurat. Dintre instrumentele de măsurat distanțele direct, cele mai utilizate sunt: firul de invar, panglica de oțel, ruleta.

- **Firul de invar** este construit dintr-un aliaj de nichel (36%) și oțel (64%) și are un coeficient de dilatare nul. Se întrebuințează în măsurători de precizie, ca de exemplu baze de triangulație.

- **Panglica de oțel** este cel mai frecvent instrument de măsurat distanțe. Are o lungime de 20 m, 25 m și 50 m, o lățime de 15-20 mm și o grosime de 0,3 - 0,4 mm. La capete este prevăzută cu câte un inel mobil (fig. 2.1.). În timp de repaus, panglica se înfășoară pe un suport de lemn sau de fier numit cruce, iar pentru a nu se desfășura se fixează cu ajutorul unui șurub (fig. 2.2.).

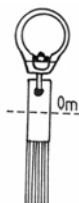


Fig. 2.1. Inelul de la capătul panglicii de oțel

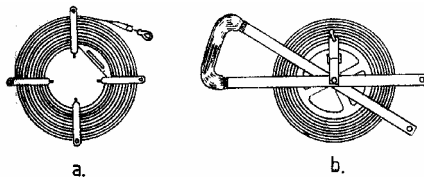
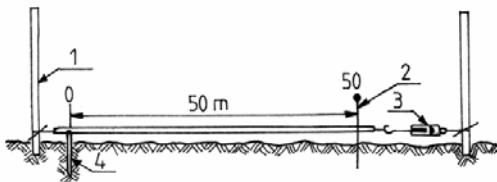


Fig. 2.2. Tipuri de panglici de oțel

- **Ruletele** pot fi din metal sau din pânză. Lungimea lor variază între 2 m și 20 m. Ele sunt divizate în metri, decimetri și centimetri. Când nu se lucrează cu ele se strâng într-un toc, de obicei din piele sau din metal.

O trusă completă de măsurat este reprezentată în figura 2.3. și se compune din: panglică, dinamometru, termometru, fișe și două bastoane întinzătoare.

Fig. 2.3. Trusă completă de măsurare directă a distanțelor:
1 – baston întinzător; 2 – fișă;
3 – dinamometru; 4 – țărșuș care marchează punctul topografic de la care începe măsurătoarea.



Măsurarea cea mai frecventă a distanțelor se face de obicei cu panglica și se execută astfel: se introduce unul dintre inelele panglicii pe un baston întinzător. De celălalt baston se agață dinamometrul, iar inelul dinamometrului se fixează pe celălalt baston întinzător. Se așează diviziunea zero a panglicii pe punctul matematic al punctului topografic de la care se începe măsurătoarea și se fixează prin intermediul bastonului întinzător. Cu ajutorul celuilalt baston, de care este montat dinamometrul, se întinde panglica cu o forță egală cu forța de etalonare a panglicii, forță care se citește pe dinamometru. Se are grijă ca panglica să nu fie răsucită și, în același timp, să fie pe aliniamentul dintre cele două puncte între care se execută măsurătoarea.

Dacă distanța este mai lungă decât lungimea panglicii, diviziunea de 50 m a panglicii se marchează pe teren printr-o fișă în poziție verticală. Apoi se ridică panglica și se aduce diviziunea zero în dreptul fișei, iar cu celălalt capăt se continuă măsurătoarea, având grijă ca permanent aceasta să se desfășoare de-a lungul aliniamentului.

După ce panglica a fost întinsă și așternută pe aliniamentul respectiv, în dreptul diviziunii 50 m se înfige iarăși o fișă și se ridică din nou panglica. Totodată, operatorul care se găsește în dreptul primei fișe o scoate și o pune pe un inel. În acest fel se continuă măsurătoarea până se termină. Numărul de fișe de la operatorul din urmă indică tot atâtea lungimi de panglică. Deci, fișele ne dau posibilitatea să înregistrăm de câte ori se cuprinde lungimea panglicii în distanța măsurată, la care număr de panglici se adaugă lungimea panoului terminus, mai mic decât o panglică.

De obicei, pe teren, cel mai adesea, distanțele sunt înclinate. Dacă distanța respectivă are o înclinare constantă între cele două puncte între care se desfășoară (fig. 2.4.), se măsoară distanța înclinată „L” și unghiul de pantă „ α ”. Deoarece pe planuri și hărți nu se reprezintă decât proiecția orizontală a distanțelor de pe teren, va trebui să se calculeze proiecția orizontală, notată cu D, cu ajutorul formulei:

$$D = L \cos \alpha. \quad (2.1)$$

Dacă distanța de măsurat prezintă mai multe schimbări de pantă (fig. 2.5.) se va măsura fiecare distanță înclinată și fiecare unghi de pantă, iar distanța D dintre punctele A și B va fi egală cu suma distanțelor d, adică:

$$\begin{aligned} d_1 &= l_1 \cos \alpha_1; \\ d_2 &= l_2 \cos \alpha_2; \\ d_3 &= l_3 \cos \alpha_3; \\ d_4 &= l_4 \cos \alpha_4; \\ D &= \sum d_i. \end{aligned} \quad (2.2)$$

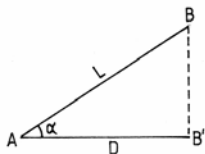


Fig. 2.4. Măsurarea distanțelor înclinate

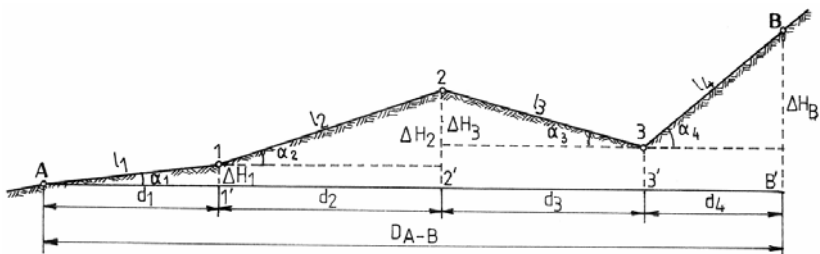


Fig. 2.5. Măsurarea distanțelor înclinate cu mai multe panouri

În practica topografică sunt situații când distanțele sunt prea mult înclinate sau schimbarea de pantă se face la intervale foarte mici și nu se pot măsura unghiurile de pantă, iar suprafața capătă un aspect aproape sinuos. În primul caz se utilizează metoda cu lata și bolobocul (fig. 2.6.), iar în a doua, metoda cultelației (fig. 2.7.).

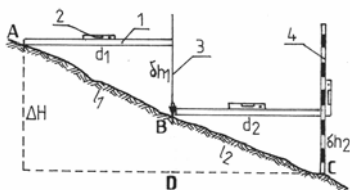


Fig. 2.6. Măsurarea distanței în valoare orizontală cu lata și bolobocul: 1 – lata; 2 – boloboc sau nivelă; 3 – fir cu plumb; 4 – jalon sau miră.

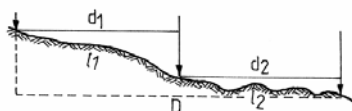


Fig. 2.7. Măsurarea distanței în valoare orizontală prin metoda cultelației

Corecțiile aplicate distanțelor măsurate direct. Măsurătorilor de distanțe ce reclamă o precizie mare li se aplică o serie de corecții, și anume:

- **Corecția de etalonare a panglicii** este necesar să se aplice când lungimea ei reală diferă de lungimea înscrisă pe ea, stabilită în urma etalonării. Corecția de etalonare se calculează după relația:

$$C_{et} = l_j - l_{er} \quad (2.3)$$

în care: l_j – lungimea justă a panglicii, l_{er} – lungimea eronată.

- **Corecția de temperatură** se aplică deoarece temperatura panglicii în timpul lucrului diferă de temperatura de $+20^\circ$ la care a fost etalonată.

Lungimea unei panglicii de oțel de 50m la $\pm 5^\circ$ variază cu 3 mm, deci la $\pm 1^\circ$ variația va fi: $3 \text{ mm}/5^\circ$, adică 0,6 mm.

Corecția de temperatură: „ C_t ” pentru o panglică se stabilește cu relația:

$$C_t = (T^0 - T_{et}) \cdot 0,6 \text{ mm} \quad (2.4)$$

în care: T^0 – temperatura panglicii în timpul lucrului; T_{et} – temperatura la care a fost etalonată.

Când $T^0 > T_{et}$, corecția se scade, iar când $T^0 < T_{et}$, corecția se adaugă.

• **Corecția de reducere la orizont sau corecția de pantă** reprezintă diferența dintre distanța înclinată și proiecția ei orizontală. Referindu-ne la figura 2.8. rezultă: $C = L - D$; dar $D = L \cos \alpha$ și deci:

$$C = L - L \cos \alpha = L(1 - \cos \alpha),$$

$$1 - \cos \alpha = 2 \sin^2 \alpha / 2.$$

Așadar:

$$C = 2L \sin^2 \frac{\alpha}{2}, \quad (2.5)$$

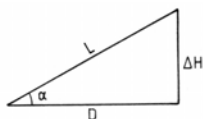


Fig. 2.8.

Această corecție este negativă și ca atare întotdeauna se scade din distanța înclinată.

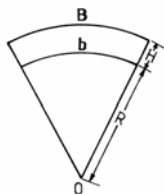


Fig. 2.9. Reducerea bazei la nivelul mării

• **Corecția de reducere la nivelul mării** se aplică numai pentru lucrările geodezice. Referindu-ne la fig. 2.9., în care B este baza de triangulație măsurată, H – altitudinea la care se găsește baza, b – corespondenta lui B la nivelul mării și R – raza globului, putem scrie:

$$\frac{b}{B} = \frac{R}{R + H}, \quad (2.6)$$

de unde:

$$b = \frac{R}{R + H} \cdot B = \frac{R + H - H}{R + H} \cdot B = \left(1 - \frac{H}{R + H}\right) \cdot B, \quad (2.7)$$

$$b = B - \frac{HB}{R + H} \approx B - \frac{HB}{R}. \quad (2.8)$$

Deoarece:

$$b = B - C_o, \quad (2.9)$$

rezultă din (2.8) că:

$$C_o = \frac{HB}{R}. \quad (2.10)$$

2.2. Măsurarea indirectă (optică sau prin tahimetrie)

Vezi 9. Ridicări tahimetrice, pag. 129

2.3. Măsurarea prin unde

Măsurarea prin unde se bazează pe principiul determinării timpului parcurs de la stația de emisie-recepție până la stația-reflector și înapoi, folosindu-se formula:

$$D = \frac{1}{2} vt,$$

în care v este viteza undelor electromagnetice și t este timpul în care este parcursă distanța D dus și întors.

Dintre aparatele utilizate pentru măsurători prin unde sunt amintite: Distomat Wild, Geodimetru, Mekometa ș.a.

3. INSTRUMENTE ȘI METODE DE MĂSURARE A UNGHIURILOR TOPOGRAFICE

3.1. Echerul topografic și probleme rezolvate cu el

Sunt instrumente cu ajutorul cărora se pot trasa pe teren unghiuri drepte. Ele pot fi cu *oglinzi* și cu *prisme*, fiecare cu două variante: *echer simplu* și *echer dublu*.

Construcția echerului cu oglinzi se bazează pe principiul reflexiei luminii pe oglinzi plane. Dacă oglinzile sunt dispuse astfel încât să formeze un unghi de 50° , atunci cele două raze, incidentă și emergentă, se intersectează sub un unghi drept (fig. 3.1.), ceea ce se demonstrează astfel:

- unghiul δ , exterior triunghiului ABC, este egal cu suma unghiurilor neadiacente, adică:

$$\delta = 2\beta + 2\gamma = 2(\beta + \gamma) \quad (3.1)$$

- se consideră triunghiul AOB, în care:

$$\alpha = 200^\circ [(100^\circ - \beta) + (100^\circ - \gamma)] \quad (3.2)$$

și deci: $\alpha = \beta + \gamma$. Dar $\alpha = 50^\circ$ prin construcție și prin urmare și $\beta + \gamma = 50^\circ$, de unde:

$$\delta = 2(\beta + \gamma) = 2 \times 50^\circ = 100^\circ \quad (3.3)$$

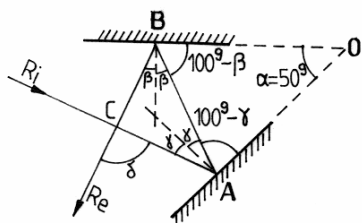


Fig. 3.1. Mersul razelor în echerul cu oglinzi: A și B – oglinzi plane; R_i – rază incidentă; R_e – rază emergentă.

Echerul poate fi prevăzut cu baston de centrare (fig. 3.2.) sau cu fir cu plumb, ca de exemplu echerul topografic de tip Wild (fig. 3.3.). În ultimul timp, cele mai utilizate sunt echerle duble cu prisme de tipul Meopta, Zeiss, Wild etc.

Trasarea unui unghi drept pe teren cu ajutorul echerului topografic constă în a ridica sau coborî o perpendiculară pe un aliniament, operație care permite rezolvarea unei serii de probleme ca: trasarea unei paralele la o dreaptă dată, prelungirea unui aliniament peste un obstacol etc.



Fig. 3.2. Echer topografic cu baston de centrare

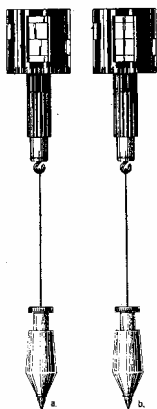


Fig. 3.3. Echer topografic de tip Wild: a – poziție aproximativă; b – realizarea coincidenței imaginilor jaloanelor

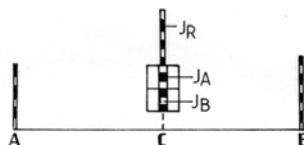


Fig. 3.4. Ridicarea unei perpendiculare pe un aliniament

- **Ridicarea unei perpendiculare pe un aliniament.** Fie aliniamentul AB (fig. 3.4.) și punctul C din care trebuie să se ridice perpendiculara. În punctele A și B sunt fixate jaloane. Se așează cu echerul topografic în punctul C, în așa fel încât în echer imaginile jaloanelor din A și B să coincidă. Pentru aceasta, operatorul care ține echerul la înălțimea ochiului se va deplasa în față sau în spate până când va asigura coincidența celor două imagini J_A și J_B (fig. 3.4.).

Apoi, un ajutor merge cu un al treilea jalon, lateral de aliniament, și dirijat de operator, se va deplasa la stânga sau la dreapta până când jalonul al treilea J_R se va vedea pe deasupra sau pe dedesubtul echerului, în prelungirea imaginilor jaloanelor din echer (fig. 3.4.). În acest moment se realizează ridicarea perpendicularei din C, pe aliniamentul AB.

- **Coborârea unei perpendiculare dintr-un punct pe un aliniament.** Succesiunea operațiilor este identică cu cea de la ridicarea unei perpendiculare pe un aliniament, cu deosebirea că, în timp ce la ridicarea perpendicularei ajutorul se va deplasa cu al treilea jalon, la coborârea perpendicularei ajutorul fixează jalonul în punctul C, iar deplasarea la stânga sau la dreapta, dar numai pe aliniament, o face operatorul cu echerul. Când s-a realizat coincidența jalonului real cu imaginile jaloanelor din prisme echerului, operatorul coboară firul cu plumb al echerului până la suprafața terenului. Punctul unde firul cu plumb a căzut pe pământ este piciorul perpendicularei coborâte pe aliniament.

- **Trasarea unei paralele la o dreaptă dată.** Fie dreapta MN și la ea să se traseze o paralelă cu ajutorul echerului topografic. Se aleg două puncte C și D (fig. 3.5.) din care se ridică perpendicularele CC' și DD' , cu condiția ca ele să fie egale. Prin unirea punctelor C' și D' rezultă paralela $C'D'$ la MN.

- **Prelungirea unui aliniament peste un obstacol.** Se poate face astfel: se alege un punct C, cât mai apropiat de obstacolul „O” (fig.3.6.). Din acest punct se ridică o perpendiculară, suficient de mare ca să depășească obstacolul până la punctul D. Apoi, din D se ridică o altă perpendiculară până în E. Din E se ridică perpendiculara $EF = CD$. Din F se ridică perpendiculara FG, care de fapt reprezintă tocmai prelungirea aliniamentului AB.

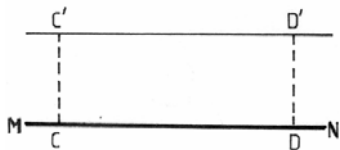


Fig. 3.5. Trasarea unei paralele la o dreaptă dată

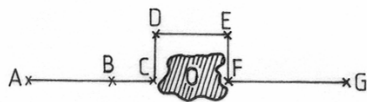


Fig. 3.6. Prelungirea unui aliniament peste un obstacol

- **Determinarea lăţimii unui râu.** Referindu-ne la fig. 3.7., pe aliniamentul AB, de pe un mal al râului, se coboară din punctul G, de pe malul opus, o perpendiculară GC. Se ridică din B perpendiculara BD. Se vizează din D punctul G; viza aceasta intersectează aliniamentul AB în E. Triunghiurile CGE şi BDE sunt asemenea, deci:

$$\frac{CG}{CE} = \frac{BD}{BE}; CG = \frac{BD}{BE} \times CE . \quad (3.4)$$

Laturile BD, BE şi CE se măsoară pe teren.

$$FG = CG - CF \quad (3.5)$$

CF se măsoară, de asemenea, pe teren.

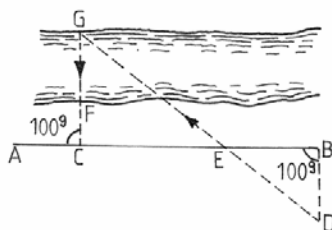


Fig. 3.7. Determinarea lăţimii unui râu

- **Determinarea lungimii unei insule sau a unui ostrov.** Se alege un aliniament CD aproximativ paralel cu AB (fig. 3.8.). Pe acest aliniament se coboară paralelele AE şi BF. Se determină jumătatea segmentului EF, prin punctul G. Cele două perpendiculare se prelungesc până în punctele H şi I, astfel alese încât AG şi I, pe de o parte şi BGH, pe de alta, să fie colineare. Deoarece triunghiurile AEG şi FGI ca şi EGH şi BFG sunt egale între ele şi triunghiurile AEG şi HGI sunt egale, ca urmare şi laturile AB şi HI sunt egale.

Ridicarea şi coborârea perpendicularelor cu echerile topografice duble se face cu o eroare ce variază între $\pm 2^\circ$ şi $\pm 4^\circ$; acestei erori unghiulare îi corespunde o eroare liniară de 2–3 cm pentru o lungime a perpendicularei de 50 m. Pentru a se asigura o precizie corespunzătoare, se recomandă ca lungimea perpendicularelor să nu depăşească 60–70 m.

O aplicaţie practică a ridicării şi coborârii de perpendiculare cu echerile topografice o constituie ridicarea punctelor de detalii prin metoda echerării sau a coordonatelor echerice, lungimea perpendicularelor constituind coordonata „X” a punctelor, iar segmentul AC pe aliniament – coordonata „Y” (fig. 3.9.).

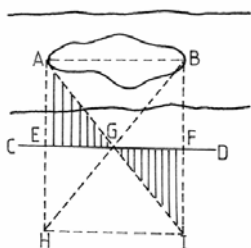


Fig. 3.8. Determinarea lungimii unei insule sau a unui ostrov

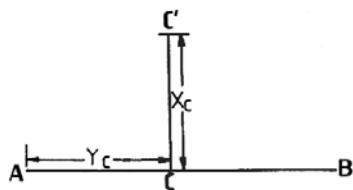


Fig. 3.9. Ridicarea și coborârea de perpendiculară

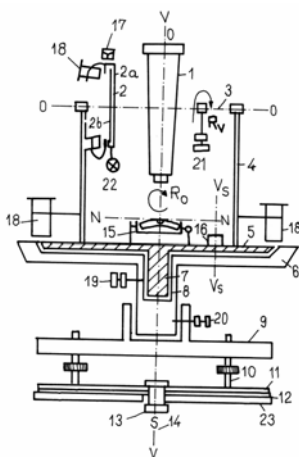


Fig. 3.10. Secțiune prin teodolit: 1 – lunetă topografică; 2 – cerc vertical; 2 a – cerc vertical gradat; 2 b – cerc alidad fix cu repere de citire; 3 – axul de rotație al lunetei; 4 – furcile de susținere ale lunetei și cercului vertical; 5 – cercul alidad care susține suprastructura teodolitului; 6 – cercul gradat orizontal sau limb; 7 – coloană plină a axului de rotație al teodolitului; 8 – coloană tubulară a axului de rotație al teodolitului; 9 – suportul teodolitului (ambaza); 10 – trei șuruburi de calare; 11 – placa de tensiune a ambazei; 12 – placa de ambază; 13 – șurub de prindere și strângere; 14 – dispozitiv de prindere a firului cu plumb; 15 – nivela torică de pe cercul orizontal; 16 – nivela sferică; 17 – nivela torică de pe cercul vertical; 18 – dispozitive de mărire a diviziunilor, cercurilor și a dispozitivelor de citire; 19 – șurub de fixare (blocare) a cercului alidad; 20 – șurub de fixare (blocare) a limbului; 21 – șurub de fixare a lunetei și a cercului vertical; 22 – șurub de calare a nivelei cercului vertical; 23 – capul trepiedului; VV – axa de rotație principală a teodolitului; OO – axa secundară de rotație a lunetei; NN – directricea nivelei torice (15); VsVs – axa nivelei sferice (16).

3.2. Teodolitul

Instrumentul clasic folosit în ridicările topografice este *teodolitul* (fig. 3.10.).

Părțile principale ale unui teodolit sunt: luneta, cercul vertical, furcile, cercul alidad, cercul orizontal, nivelele, dispozitivele de citire a diviziunilor de pe cercul orizontal și vertical, trepiedul și firul cu plumb. Ca piese accesorii amintim: busola sau declinatorul.

3.2.1. Luneta teodolitelui

Este o lunetă astronomică adaptată la nevoile măsurătorilor terestre prin adăugarea firelor reticulare. O lunetă clasică se compune din trei tuburi: tubul ocular, tubul reticul și tubul obiectiv (fig. 3.11.).

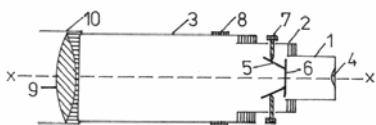


Fig. 3.11. Luneta teodolitelui: 1 – tub ocular; 2 – tub reticul; 3 – tub obiectiv; 4 – ocularul; 5 – diafragma reticulului; 6 – reticulul; 7 – șuruburile de rectificare a firelor reticule; 8 – moleta de focusare; 9 - obiectivul; 10 – tub parasolar, xx – axa lunetei.

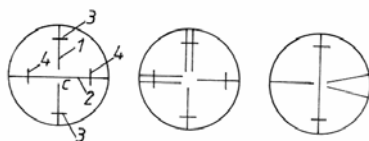


Fig. 3.12. Fire reticulare și stadimetrice: C – centrul reticul; 1, 2 – fire reticulare; 3 – fire stadimetrice orizontale; 4 – fire stadimetrice verticale.

- **Tubul ocular** (1, fig. 3.11.). Are rolul de a purta ocularul format din două lentile plan convexe, care se comportă ca un sistem convergent. Tubul ocular culisează, prin înșurubare, în tubul reticul.

- **Tubul reticul** (2, fig. 3.11.). Este partea din lunetă în care sunt fixate diagrama reticulului cu firele reticulare, care se pot prezenta diferit (fig. 3.12.). Unele lunete au, pe lângă firele reticule și fire stadimetrice (3, 4 fig. 3.12.), dispuse simetric. Firele stadimetrice orizontale (3) se folosesc în tahimetria cu firele verticale, iar cele verticale (4) se utilizează în tahimetria paralactică. Tubul reticul culisează și el, prin înșurubare, cu tubul obiectiv.

- **Tubul obiectiv** (3 fig. 3.11.). Are montat în el obiectivul format din două lentile, una convergentă, din sticlă comună, și alta divergentă, din cristal. Amândouă formează un sistem acromatic care înlătură aberațiile de refrangibilitate.

Întregul sistem optic al lunetei are următoarele funcțiuni: ocularul mărește imaginea reală, mică și răsturnată formată de obiectiv, iar reticulul, prin centrul reticul, materializează axa de vizare.

Utilizarea lunetei. Pentru a putea executa vize asupra diferitelor semnale, este necesar ca atât firele reticule, cât și imaginea obiectului vizat să fie clare.

Pentru obținerea clarității firelor reticule, se manevrează din ocular, într-un sens sau altul. Claritatea imaginii, operație numită focusare, se realizează prin aducerea planului reticul în planul imaginii, folosind în acest sens, fie un șurub, fie un manșon de focusare. În acest timp, claritatea firelor reticule se păstrează, deoarece tubul reticul se deplasează cu tubul ocular cu tot și deci distanța de la ocular la firele reticule rămâne nemodificată.

În momentul în care s-a obținut claritatea firelor reticule și claritatea imaginii obiectivului vizat, se spune că s-a realizat *punerea la punct a lunetei* după care se pot efectua vizele respective. Punerea la punct a lunetei se face ori de câte ori este necesar.

3.2.2. Lunete de construcție specială

- **Lunete cu lentilă interioară de focusare** (fig. 3.13.). La teodolitele de construcții moderne, lunetele au numai două tuburi, tubul ocular (2, fig. 3.13.) și tubul obiectiv (3, fig. 3.13.). Reticulul este fixat în tubul obiectiv. La aceste lunete s-a introdus o lentilă de focusare interioară (4, fig. 3.13.) manevrată printr-un șurub sau manșon (5, fig. 3.13.). Lentilele de la obiectiv și cu lentila de focusare interioară formează un sistem numit *teleobiectiv*, care dă posibilitatea construirii de lunete scurte și cu putere mare de mărire.

- **Luneta stadimetrică.** Este luneta care pe lângă firele reticulare mai are și fire stadimetrice. O astfel de lunetă se utilizează în măsurarea indirectă sau optică a distanțelor. Din fig. 3.14. se observă că triunghiurile $H_A F H_B$ și $A' F B'$ sunt asemenea și deci:

$$\frac{D'}{H} = \frac{f}{h}; D' = \frac{f}{h} H,$$

dar:

$$D = D' + (c + f)$$

și

$$D = \frac{f}{h} H + (c + f)$$

Prin construcție:

$$\frac{f}{h} = K_1, \text{ iar } (c + f) = K_2$$

unde:

K_1 este coeficientul stadimetric care este egal cu 50, 100 sau 200;

K_2 – constantă adițională, cu valoare subunitară, variind între 0,20 m și 0,50 m;

H – numărul generator care reprezintă diferența citirilor efectuate pe miră la cele două fire stadimetrice. Se mai numește și număr multiplicator.

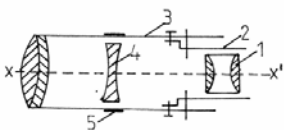


Fig. 3.13. Lunetă cu lentilă de
foculare

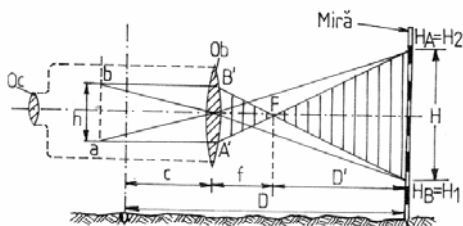


Fig. 3.14. Principiul lunetei stadimetrice

Formula de bază a stadimetriei este:

$$D = 100H + K_2, \quad (3.6)$$

în cazul în care luneta este neanalatică.

- **Luneta analitică.** În ultimul timp, fabricile constructoare de instrumente topografice au reușit să elimine constanta K_2 , prin introducerea unei lentile analizor, iar formula de calcul a distanței devine:

$$D = 100 H. \quad (3.7)$$

O astfel de lunetă la care K_2 este egală, prin construcție, cu zero, se numește *lunetă analitică*.

În practică este necesar să se știe cu ce fel de lunetă se lucrează, neanalitică sau analitică.

Pentru aceasta se măsoară direct o distanță AB de 25 m pe un teren orizontal. Apoi se instalează un teodolit-tahimetru în A, iar în B se ține în poziție verticală o miră. Se citește H de pe miră, cuprins între firele stadimetrice. Dacă prin aplicarea formulei (3.7) rezultă 25 m, atunci luneta este analitică, iar dacă există o diferență față de distanța măsurată direct, aceasta reprezintă pe K , și aparatul are o lunetă stadimetrică neanalitică.

3.2.3. Cercul vertical

Este montat pe axul 0-0, iar mișcarea lui este solidară cu mișcarea lunetei. Este divizat fie în 360° , fie în 400^g . Pentru evaluarea fracțiunilor de diviziuni, cercul vertical este prevăzut cu două verniere fixe V_1 și V_2 dispuse diametral (fig. 3.15.). La aparatele moderne, citirea pe cercul vertical se face cu alte dispozitive, de exemplu, microscopice. Când luneta este în poziție orizontală, diviziunea „0” a cercului vertical trebuie să fie în coincidență cu diviziunile „0” ale vernierelor. Sensul și modul de divizare și gradare a cercului vertical sunt diferite de la aparat la aparat (fig. 3.16.). Pe cercul vertical se măsoară unghiurile verticale α .

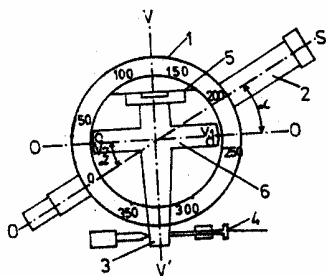


Fig. 3.15. Cercul vertical al teodolitului: VV' – axă verticală; OS – axa de vizare; OO – plan orizontal; 1 – cerc vertical gradat; 2 – lunetă; 3 – braț de rectificare; 4 – șurub de rectificare; 5 – nivelă; 6 – suportul vernierelor V_1 și V_2 ; α – unghiul vertical.

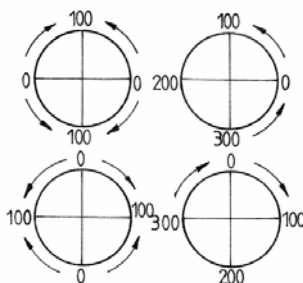


Fig. 3.16. Moduri de divizare și gradare a cercurilor verticale

3.2.4. Cercul alidad

Are forma unui disc și are rolul de a proteja cercul orizontal sau gradat și de a susține furcile teodolitului (4, fig. 3.10.), ca și o serie de dispozitive ca: nivele, lupe, microscopice etc.

3.2.5. Cercul orizontal sau limbul gradat

Este exterior cercului alidad și este divizat fie în sistemul sexagesimal, fie în sistemul centesimal. Limbul este acoperit de un strat de argint pe care se execută gradarea. La aparatele moderne, limbul este din sticlă pe care sunt gravate diviziunile.

3.2.6. Nivelele

Sunt montate pe cercul alidad și pe cercul vertical (15, 16, 17, fig. 3.10.) și servesc la orizontalizarea teodolitului pentru a se putea executa măsurători.

În general, nivelele sunt de trei feluri: *torice* (fig. 3.17.), *butoiaș* (fig. 3.18.) și *sferice* (fig. 3.19.).

Pentru a mări precizia orizontalizării, aparatele moderne sunt prevăzute cu nivele torice de construcție specială. Aducerea bulei de aer între repere se realizează în momentul în care capetele ei sunt în coincidență (fig. 3.20.). Se numesc *nivele de contact*.

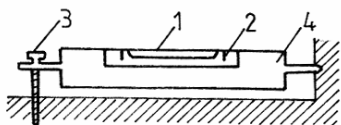


Fig. 3.17. Nivela torică: 1 – bula de aer; 2 – repere; 3 – șurub de rectificare; 4 – fiolă de sticlă.

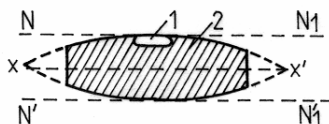


Fig. 3.18. Nivela butoiș sau cu dublă curbură; N-N₁ și N'-N₁ – directrice

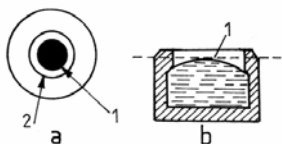


Fig. 3.19. Nivela sferică: a – secțiune transversală; b – secțiune longitudinală; 1 – imaginea bulei de aer; 2 – cerc gravat pe capacul de sticlă al nivelei

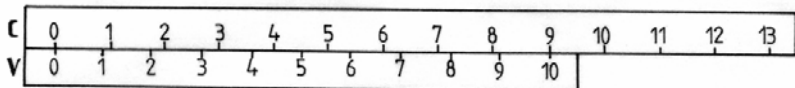


Fig. 3.20. Nivela de contact

3.2.7. Dispozitive de citire a unghiurilor topografice

Citirile de unghiuri se pot face, fie separat la fiecare cerc, în care caz citirea se realizează prin intermediul dispozitivelor corespunzătoare cercului, fie centralizat, când citirea se realizează cu ajutorul unui singur dispozitiv. Astfel de dispozitive sunt: *vernierile* și *microscopale*.

• **Vernierile.** Servesc la citirile fracțiunilor de diviziuni de pe cercul orizontal și vertical și pot fi de două feluri: *rectilini* și *curbilini*. Teodolitele la care citirea unghiurilor se face cu ajutorul vernierelor sunt prevăzute cu lupe care au rolul de a mări diviziunile de pe cercurile orizontale și verticale

$$(n-l)P = np, \quad (3.8)$$


Din această relație se deduce precizia vernierului:

$$nP - P = n p,$$

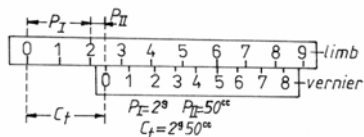
de unde:

$$(P - p) = \frac{P}{n} \quad (3.9)$$

Valoarea vernierului este egală cu aceea a celei mai mici diviziuni de pe cerc, însă valorile diviziunilor de pe vernier pot fi diferite, în funcție de precizia vernierului.

În mod practic, citirea se compune din două părți și se face până la diviziunea zero a vernierului care constituie un fel de reper sau index. Prima parte se citește pe cerc sau limb până la diviziunea zero a vernierului (2^{g} în fig. 3.22.), iar partea a doua este dată de diviziunea de pe vernier care coincide cu una oarecare de pe cerc (diviziunea 5, în fig. 3.22.), înmulțită cu valoarea unei diviziuni a vernierului (în fig. 3.22., $50''$). Deci citirea întregă va fi de $2^{\text{g}} 50''$.

Fig. 3.22. Principiul citirii unghiurilor cu ajutorul vernierului rectiliniu



Există și posibilitatea ca diviziunea zero a vernierului să coincidă cu o diviziune de pe cerc sau limb. În acest caz, citirea se face numai pe cerc, până la diviziunea zero a vernierului.

În figura 3.23 sunt prezentate citirile unor unghiuri cu ajutorul vernierului în cele două sisteme de divizare a cercurilor teodolitelor, sexagesimal și centesimal. În primul caz, citirea întreagă va fi: $27^{\circ} 20' + 16' = 27^{\circ} 36'$. În cel de-al doilea caz, citirea întreagă va fi de: $118^{\circ} 60^c + 4^c = 118^{\circ} 64^c$.

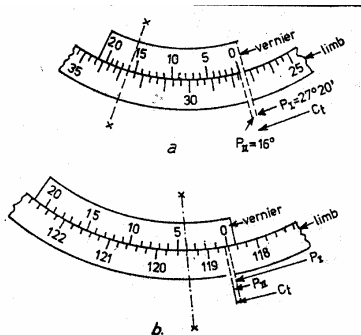


Fig. 3.23. Exemple de citiri cu vernier curbiliniu: a – în sistemul sexagesimal; b – în sistemul centesimal.

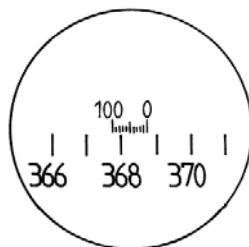


Fig. 3.24. Microscopul cu scăriță

- **Microscopale.** Sunt utilizate pentru a mări atât diviziunile, cât și fracțiunile de diviziuni de pe cercurile teodolitelor. La teodolitele clasice se întâlnesc microscopale cu scăriță, cu tambur, iar la cele moderne, microscopul cu micrometru optic cu coincidență.

➤ **Microscopale cu scăriță** sunt numite așa pentru că au o scăriță a cărei valoare este egală cu valoarea celei mai mici diviziuni de pe limb, iar numărătoarea diviziunilor scăriței se face în sens invers numerotării diviziunilor de pe limb (fig. 3.24.).

Se observă că cea mai mică diviziune de pe limb este egală cu un grad centesimal, deci cu 100 de minute centesimale. Scărița este divizată în zece părți, fiecare fiind egală cu 10° . Citirea din figura 3.24. este: $368^{\circ} 75^c$.

➤ **Microscopul cu micrometru optic cu coincidență.** Se întâlnește la teodolitele tip Wild, ca de exemplu la Wild T₂.

3.2.8. Busola și declinatorul

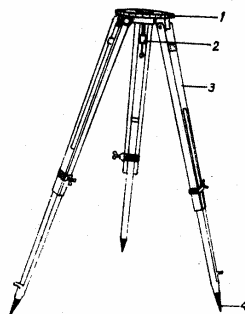
Busola face parte din piesele anexe necesare unei stații de teodolit. Busolele folosite la teodolite pot fi cu cercul gradat complet sau busola propriu-zisă și cercul gradat incomplet și în acest caz se numesc declinatoare.

De asemenea, pentru determinarea pe teren a orientărilor magnetice a unor alinamente se utilizează **declinatorul**, care poate fi de formă dreptunghiulară sau tubular.

3.2.9. Trepiedul

Este format dintr-o măsuță triunghiulară, numită *capul trepiedului*, la care sunt montate trei picioare ce se termină prin câte un vârf învelit în câte un *sabot metalic* (fig. 3.25.). Picioarele trepiedului sunt de regulă culisabile. La capul trepiedului se găsește un *șurub de fixare a teodolitului de trepied*. La capătul șurubului se află un *cârliș* de care se agață *firul cu plumb*, care materializează verticala aparatului, verticală care trebuie să coincidă cu verticala punctului topografic, în momentul în care teodolitul este bine pus în stație.

Fig. 3.25. Trepied: 1- capul trepiedului; 2 – șurub de prindere și fixare a teodolitului pe trepied; 3 – picioarele (culisabile) trepiedului; 4 – saboți metalici.



4. METODE DE MĂSURARE A UNGHIURILOR TOPOGRAFICE CU TEODOLITUL

4.1. Metode de măsurare a unghiurilor orizontale

Pentru măsurarea unghiurilor topografice orizontale se vizează cu firul reticul vertical pe semnal, iar metodele folosite sunt următoarele: metoda simplă, metoda repetiției, metoda reiterației și metoda Schreiber.

4.1.1. Metoda simplă

Are două variante: cu zerourile în coincidență și prin diferența citirilor.

- **Varianta cu zerourile în coincidență** se utilizează pentru măsurarea unui singur unghi. Pentru aceasta, se lasă liberă mișcarea cercului alidat și se rotește acesta până când diviziunile zero ale vernierelor sunt

aduse în coincidență cu diviziunile 0° - 200° de pe limb. În continuare, se blochează mișcarea limbului și se deblochează mișcarea generală. Considerând că trebuie măsurat unghiul „ ω ” din figura 4.1. format de direcțiile SA și SB, se îndreaptă luneta spre punctul A vizând semnalul din A. În acest moment, pe limbul teodolitului se găsește diviziunea „0”, care corespunde citirii a . Apoi se deblochează cercul alidad de limb și se rotește luneta în sensul de la A la B, vizându-se și semnalul din punctul B. Citirea b pe care o efectuăm pe limb este, de exemplu, de $48^{\circ}37'45''$. Întrucât sensul de divizare a limbului corespunde cu sensul mișcării acelor de ceasornic, rezultă că $\omega = b - a$, deci unghiul ω este egal cu diferența celor două citiri.

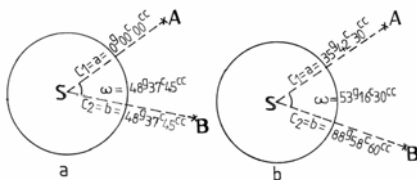


Fig. 4.1. Măsurarea unui unghi orizontal: a – cu zerourile în coincidență; b – prin diferența citirilor.

Deoarece prima citire „ a ” este zero, cea de-a doua citire „ b ” reprezintă chiar valoarea unghiului. Pentru verificare este bine să se execute măsurătoarea și cu luneta în poziția a II-a.

- **Variantă prin diferența citirilor** este diferită de prima prin aceea că se pornește în măsurătoare cu o valoare diferită de zero. Astfel, dacă spre exemplu, după ce a fost vizat punctul A, pe limb s-a înregistrat citirea $a = 35^{\circ}42'30''$, iar după viza efectuată spre punctul B s-a înregistrat citirea $b = 88^{\circ}58'60''$, rezultă că unghiul „ ω ” va fi egal cu diferența celor două citiri:

$$\omega = 88^{\circ}58'60'' - 35^{\circ}42'30'' = 53^{\circ}16'30''.$$

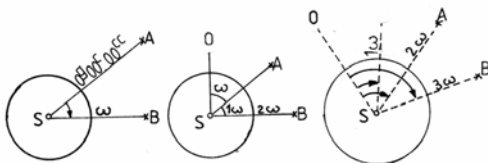


Fig. 4.2. Măsurarea unui unghi prin metoda repetiției

4.1.2. Metoda repetiției

Constă în măsurarea unui unghi de mai multe ori pornind cu zero în aparat, pe sectoare succesive ale limbului, prin acumularea primului unghi la al doilea, ale acestora la al treilea etc. (fig. 4.2.). Mărimea unghiului va rezulta

din ultima citire înregistrată raportată la numărul măsurătorilor. De exemplu, dacă un unghi a fost măsurat de trei ori, iar ultima citire este egală cu $168^g 80^c 45^{cc}$, unghiul va fi egal cu:

$$\omega = \frac{168^g 90^c 45^{cc}}{3} = 56^g 30^c 15^{cc}.$$

Numărul repetițiilor în topografie poate ajunge până la patru, iar în geodezie până la 24-28.

4.1.3. Metoda reiterației

Se utilizează pentru măsurarea mai multor unghiuri de mai multe ori, când se solicită o precizie mare.

Metoda se realizează prin mai multe serii, fiecare având origini diferite. Originile sunt în funcție de numărul seriilor, iar valoarea „q” a originilor este dată de raportul dintre 360° sau 400^g și numărul seriilor:

$$q = \frac{400^g}{n}.$$

Această valoare se multiplică cu 0, 1, 2, 3, 4, ... (n-1), iar produsele rezultate: $0_q, 1_q, 2_q, \dots (n-1)_q$ $q < 400^g$ sunt tocmai gradațiile de la care se vor începe măsurătorile la fiecare serie. Dacă măsurarea unghiurilor se face prin

patru serii, originile vor fi: $\frac{400^g}{4} = 100^g$ valoare care multiplicată cu

$0_q, 1_q, 2_q$ etc. va rezulta: $0^g, 100^g, 200^g, 300^g$.

În aplicarea metodei reiterației se procedează astfel: se face stație în punctul S (fig. 4.3.) și se vizează semnalul din punctul A, cu originea zero în aparat. Apoi se deblochează cercul alidad și se vizează semnalele din punctele B, C, D, E și iarăși semnalul din punctul de pornire A. În acest moment s-a realizat un *tur de orizont*. După fiecare viză spre punctele B, C etc. se fac citiri la teodolit. Diferența între prima citire pe semnalul din punctul A și ultima, trebuie să fie de $400^g \pm$ precizia instrumentului.

După ultima citire, se rotește luneta cu 200^g în jurul axei OO și cercul alidad tot cu 200^g în jurul axei VV'. S-a realizat *poziția a II-a a lunetei* și se începe al doilea tur de orizont, vizând de data aceasta în sens invers acelor de ceasornic, adică semnalele din A, apoi din E, D, C, B și iar A, efectuând citiri la fiecare viză. S-a realizat astfel o primă *serie*.

A doua serie se va executa la fel cu prima, însă cu altă origine, a cărei valoare variază în funcție de numărul seriilor.

După fiecare serie, se constată erorile existente, după care se trece la repartizarea progresivă a corecțiilor tuturor unghiurilor citite.

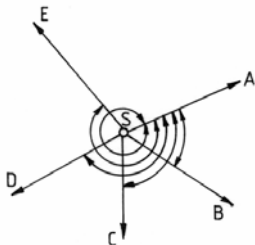


Fig. 4.3. Măsurarea unghiurilor prin metoda reiterației

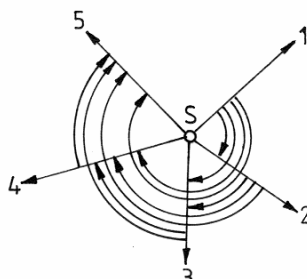


Fig. 4.4. Măsurarea unghiurilor prin metoda Schreiber

Numărul vizelor într-un tur de orizont poate fi de 12-15, iar toleranța admisă în măsurarea unghiurilor este:

$$T_x = e\sqrt{n} ,$$

în care e este precizia teodolitului, iar n numărul vizelor efectuate într-un tur de orizont.

4.1.4. Metoda Schreiber

Este utilizată frecvent în triangulații și constă din măsurarea unghiurilor în toate combinațiile posibile, adică atât separat, cât și grupate 2 câte 2, 3 câte 3 etc. (fig. 4.4.).

4.2. Măsurarea unghiurilor verticale

În ridicările topografice, pe lângă unghiurile orizontale, sunt necesare și unghiurile verticale. Astfel, în planimetrie unghiurile verticale sunt utilizate în reducerea distanțelor înclinate la orizont, iar în altimetrie sau în nivelment sunt folosite pentru calcularea altitudinilor punctelor pe cale trigonometrică (prin nivelment trigonometric).

Pentru măsurarea unghiurilor verticale, vizarea se face cu ajutorul firului reticul orizontal (nivelor), fie la înălțimea instrumentului, fie la înălțimea semnalului.

Prin înălțimea instrumentului se înțelege distanța măsurată pe verticală de la punctul de stație până la axa OO a teodolitului (centrul cercului vertical), iar înălțimea semnalului, distanța măsurată pe verticală de la sol până la baza popului (a capului negru).

În funcție de felul în care este divizat cercul vertical se va obține unghiul de pantă „ α ” când gradațiile 0-200^g sunt în plan orizontal și unghiul zenital când gradațiile 0-200^g sunt pe verticală.

Întotdeauna unghiurile verticale trebuie să se măsoare în cele două poziții ale lunetei și se va lua media citirilor efectuate în cele două poziții ale lunetei:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$

$$\alpha = \frac{C_1 + (200^g - C_2)}{2} = \frac{C_1 - C_2}{2} + 100^g \quad (4.1)$$

5. METODE DE RIDICARE ÎN PLAN A UNEI SUPRAFEȚE

Metodele utilizate în ridicarea în plan a unei suprafețe sunt: triangulația, intersecția, drumuirea, radierea și echerarea.

Primele trei se folosesc pentru realizarea și îndesirea rețelei de puncte de sprijin, de stat sau locale, și ultimele două pentru determinarea poziției în plan a punctelor de detalii.

Pentru a putea efectua ridicarea în plan a unei suprafețe este necesară realizarea unei rețele de puncte de sprijin. Dacă aceste puncte sunt determinate prin măsurători geodezice, rețeaua se numește geodezică sau triangulație de stat, iar dacă sunt determinate prin măsurători topografice, rețeaua se numește topografică sau de importanță locală.

Întrucât punctele de sprijin sunt astfel alese încât unite între ele să formeze o serie de triunghiuri, în primul caz va rezulta o rețea de triangulație geodezică, iar în al doilea, o rețea de triangulație topografică locală.

5.1. Triangulația topografică locală

Se utilizează pentru situațiile când regiunea ce urmează a fi ridicată în plan este lipsită de puncte de triangulație geodezică, iar suprafața este mai mare de 200 ha, fără a depăși însă 200 km².

Triunghiurile din rețeaua de triangulație locală pot avea diverse forme (fig. 5.1.).

În această triangulație se măsoară toate unghiurile și una sau două laturi.

Sucesiunea operațiilor într-o astfel de triangulație este: proiectarea triangulației, recunoașterea terenului, măsurarea bazei, măsurarea unghiurilor,

orientarea triangulației, compensarea triangulației, calculul lungimii laturilor de triangulație, calculul orientărilor laturilor de triangulație, calculul coordonatelor punctelor de triangulație și raportarea punctelor pe plan.

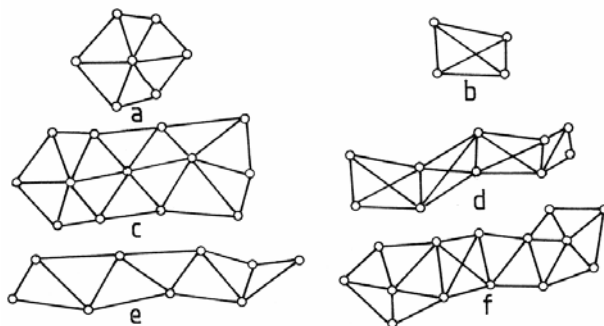


Fig. 5.1. Rețele de triangulație topografică locală

5.1.1. Proiectarea triangulației și recunoașterea terenului

Proiectarea triangulației se face pe o hartă existentă a regiunii, de obicei la scara 1: 25 000, și are ca scop alegerea punctelor care vor constitui rețeaua de sprijin. Aceste puncte trebuie să îndeplinească o serie de condiții. Astfel, între ele trebuie să existe o vizibilitate reciprocă, triunghiurile pe care le formează să aibă o formă cât mai apropiată de aceea a triunghiurilor echilaterale și să fie stabile. Între minimum două puncte, distanța să poată fi măsurată direct, latura aceasta constituind baza de triangulație. În cazul când acest lucru nu este realizabil, se va recurge la o altă soluție.

Recunoașterea terenului este necesară pentru confruntarea proiectului cu terenul; se face fixarea, marcarea și semnalizarea punctelor stabilindu-se limitele suprafeței de ridicat.

5.1.2. Baza de triangulație locală

Baza de triangulație locală este una din laturile triunghiurilor și ea trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- pe toată lungimea ei să fie o perfectă vizibilitate;
- terenul să fie stabil, pe cât posibil orizontal; se admite o pantă de 3-4^g, în nici un caz mai mare de 6-7^g;
- să se poată măsura direct, deci să nu fie acoperită.

Este recomandabil ca aceste condiții să fie îndeplinite de două laturi din două triunghiuri, una din ele să fie baza de plecare și cealaltă baza de sosire sau baza de control.

În cazul când nici o latură de triangulație nu satisface dezideratele amintite, se poate aplica una din următoarele soluții: baza frântă, baza scurtă și triunghiul alăturat.

- **Baza frântă.** De-a lungul laturii există un obstacol, de exemplu, o mlaștină, un lac etc. și latura nu poate fi măsurată (fig. 5.2.). Se alege un punct C exterior bazei, în așa fel încât unghiul γ din punctul C să fie cât mai apropiat de 200^g , iar laturile AC și BC și unghiurile α și β să poată fi măsurate. Se procedează astfel:

- ⇒ se măsoară cu precizie laturile AC și BC;
- ⇒ unghiurile α , β și γ se măsoară de cel puțin patru ori;

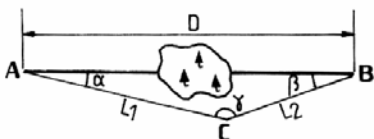


Fig. 5.2. Cazul bazei frântă

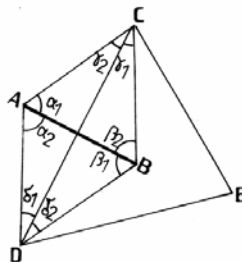


Fig. 5.3. Cazul bazei scurte

⇒ se trece la calculul laturii AB cu ajutorul teoremei lui Pitagora generalizată și va rezulta:

$$AB = D = L_1 \cos \alpha + L_2 \cos \beta \quad (5.1.)$$

sau:

$$AB^2 = D^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2 \cos \gamma,$$

de unde:

$$AB = D = \sqrt{L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2 \cos \gamma}, \quad (5.2.)$$

Toleranța admisă între cele două rezultate este dată de relația:

$$T = 0,030 + 0,02 \sqrt{D}.$$

Dacă rezultatele satisfac toleranța, se face media între cele două determinări.

- **Baza scurtă.** O altă soluție o constituie alegerea unei baze transversale (fig.6.3.), pe cât posibil perpendiculară pe una din laturile de triangulație, a cărei mărime să nu fie mai mică de $1/4$ din latura de triangulație și în același timp să se poată măsura atât ea, cât și unghiurile α , β , γ și δ .

Aplicând teorema sinusurilor se poate deduce, din calcul, lungimea laturilor de triangulație.

Considerând triunghiurile ABC și ACD, latura AC este comună celor două triunghiuri și se poate scrie:

$$\begin{aligned}\frac{AC}{\sin \beta_2} &= \frac{AB}{\sin(\gamma_1 + \gamma_2)} & AC &= \frac{\sin \beta_2}{\sin(\gamma_1 + \gamma_2)} AB \\ \frac{AC}{\sin \delta_1} &= \frac{CD}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} & AC &= \frac{\sin \delta_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} CD\end{aligned}$$

Dacă se va nota $AB = b$ și $CD = B$ și AC se va elimina, se va obține:

$$\frac{\sin \delta_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} B = \frac{\sin \beta_2}{\sin(\gamma_1 + \gamma_2)} b,$$

de unde:

$$B = \frac{\sin \beta_2 \sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin \delta_1 \sin(\gamma_1 + \gamma_2)} b. \quad (5.3)$$

Dacă se vor considera triunghiurile ABD și BCD, se observă că latura comună este BD și se poate scrie:

$$\begin{aligned}\frac{BD}{\sin \alpha_2} &= \frac{AB}{\sin(\delta_1 + \delta_2)}; & BD &= \frac{\sin \alpha_2}{\sin(\delta_1 + \delta_2)} AB \\ \frac{BD}{\sin \gamma_1} &= \frac{CD}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}; & BD &= \frac{\sin \gamma_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} CD\end{aligned}$$

Adoptând aceleași notații pentru AB și CD și eliminând pe BD, va rezulta:

$$\frac{\sin \gamma_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} B = \frac{\sin \alpha_2}{\sin(\delta_1 + \delta_2)} b$$

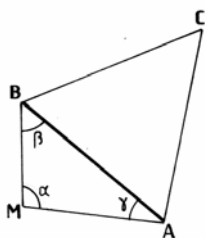
de unde:

$$B = \frac{\sin \alpha_2 \sin(\beta_1 + \beta_2)}{\sin \gamma_1 \sin(\delta_1 + \delta_2)} b, \quad (5.4)$$

Procedând astfel în continuare și pentru triunghiurile în care laturile AD și BC sunt comune, se va continua cu calculul laturii CD (B) rezultând

astfel patru valori. Dacă diferența dintre ele este mai mică decât toleranța, se va lua media aritmetică a acestor patru valori determinate.

- **Cazul triunghiului alăturat.** Dacă nici una din soluțiile amintite nu se poate aplica, se va recurge la cazul triunghiului alăturat unei laturi de triangulație (fig. 5.4.). Acest triunghi trebuie să aibă unghiul opus laturii ce se măsoară mai mare de 40° , iar latura care se măsoară să fie mai mare decât $2/3$ din latura de triangulație care se va deduce prin calcul. În fig. 5.4., latura măsurată este latura AM, iar AB va rezulta din relația:



$$\frac{AB}{\sin \alpha} = \frac{AM}{\sin \beta}$$

$$AB = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} AM \quad (5.5)$$

Fig. 5.4. Cazul triunghiului alăturat

5.1.3. Măsurarea unghiurilor și orientarea triangulației

În triangulația topografică locală, **măsurarea unghiurilor** se face prin metoda reiterației, numărul seriilor depinzând de precizia teodolitului cu care se face măsurarea și variază între 1 și 4 serii.

Orientarea triangulației înseamnă determinarea orientării unei laturi de triangulație, operație ce se poate realiza prin mai multe metode, dintre care amintim: determinarea orientării după meridianul magnetic, determinarea orientării din coordonate prin calcul, determinarea orientării cu giroscopul și determinarea orientării prin observații asupra Soarelui.

Determinarea orientării după meridianul magnetic se utilizează pentru lucrări privind triangulația locală, deoarece o astfel de orientare este suficientă. Pentru a determina orientarea laturii 1-2 (fig. 5.5.), se face stație în punctul 1. Diviziunile zero ale limbului și vernierului se aduc în coincidență, după care se blochează mișcarea cercului alidad față de limbul gradat. Apoi, se montează busola pe teodolit având acul magnetic liber. Se lasă liberă mișcarea generală a teodolitului cu busolă cu tot, până când acul magnetic se suprapune pe direcția N-S de pe cadranul busolei. În acest moment, direcției nordului magnetic îi corespunde, pe limbul teodolitului, diviziunea zero. Se blochează mișcarea generală a teodolitului și se eliberează cercul alidad de limb. Se rotește luneta până când se vizează semnalul din punctul 2, după

care se execută citirea pe limb, citire care de altfel reprezintă tocmai valoarea orientării laturii 1-2, deoarece s-a pornit cu zero în aparat.

Pentru a orienta latura respectivă după direcția meridianului geografic, este necesar să se țină seama și de valoarea declinației magnetice din regiunea în care se execută determinarea. Când se face orientarea magnetică se specifică pe planul respectiv.

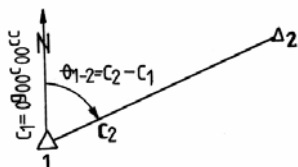


Fig. 5.5. Orientarea unei laturi de triangulație după meridianul magnetic

Cu ajutorul acestei orientări a laturii 1-2 și cu unghiurile din rețeaua de triangulație, compensate, se calculează orientările tuturor laturilor, orientări necesare ulterior, împreună cu lungimile laturilor de triangulație, la calculul coordonatelor punctelor de triangulație.

- **Determinarea orientării cu giroscopul.** Giroscopul Wild Gak (fig. 5.6.) este un aparat care permite determinarea direcției nord-geografic în orice condiții și chiar în subteran, fără a fi influențat de magnetismul terestru, în aproximativ 20' cu o precizie de $\pm 60''$ ($\pm 20''$). Giroscopul se montează pe un teodolit ca, de exemplu, teodolitul Wild T2, prin intermediul unui dispozitiv special. Prin montarea giroscopului pe teodolit utilizarea teodolitului nu este deranjată.

- **Determinarea orientării triangulației prin observații asupra Soarelui** este indicată, întrucât orientarea se face tot după direcția nordului geografic. De obicei, se determină orientarea bazei sau a unei laturi de triangulație, iar observațiile se fac pe timp senin între orele 8 și 9 a.m., iar după amiaza la ore egal distanțate de ora 12 ca și orele de dimineață. Referindu-ne la figura 5.7., pentru a determina orientarea θ a laturii AB se face stație cu teodolitul în punctul A și se vizează spre semnalul din punctul B având zero în aparat. Apoi se deblochează cercul alidad de limb și se vizează spre Soare (poziția S_1), efectuând citiri la limb și la cercul vertical. Se notează, de asemenea, ora citirii. Apoi, datorită mișcării aparente a Soarelui, aceasta va trece în cadranul III și acționând din șurubul de mișcare fină a alidadei, Soarele va apărea în poziția S_2 , fără a se deranja poziția lunetei. Se citește pe limb, se verifică unghiul vertical și se notează ora.

Operația se repetă după amiaza la o oră egal depărtată de ora 12, ca și ora de dimineață când s-au făcut observațiile. După ce s-a deblocat alidada, se

rotește luneta în jurul axei VV' și se îndreaptă către Soare, fără a modifica unghiul vertical. Se așteaptă până când Soarele apare în câmpul lunetei. În acest moment, se blochează cercul alidad și se acționează din șurubul de mișcare fină a alidadei până când Soarele vine în poziția S_3 . Iarăși se notează citirea de pe limb, ora la care s-a făcut citirea și se verifică unghiul vertical care trebuie să fie același. În continuare, Soarele va trece în cadranul IV și din șurubul de mișcare fină a alidadei îl vom aduce în poziția S_4 , se va citi unghiul de pe limb, se va nota ora și se va verifica unghiul vertical.

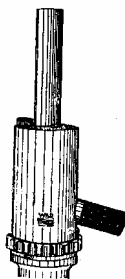


Fig. 5.6. Giroskopul Wild Gak

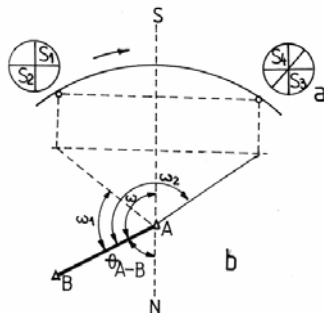


Fig. 5.7. Orientarea prin observații asupra Soarelui: a – pozițiile soarelui în luneta teodolitului; b – orientarea geografică a laturii de triangulație AB.

Întrucât observațiile asupra Soarelui s-au terminat, se lasă liberă mișcarea alidadei și se vizează, pentru control, semnalul din punctul de plecare, adică din B.

Cu aceste valori, se trece la efectuarea mediilor citirilor făcute dimineața când Soarele era în pozițiile S_1 și S_2 :

$$\omega_1 = \frac{S_1 + S_2}{2} \quad (5.6)$$

și a citirilor de după amiază, când era în pozițiile S_3 și S_4 :

$$\omega_2 = \frac{S_3 + S_4}{2} \quad (5.7)$$

Unghiul ω (fig. 5.7.) pe care-l face latura AB cu direcția S_4 , rezultă din:

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}, \quad (5.8)$$

iar orientarea laturii AB va fi:

$$\theta_{A-B} = 200^g - \omega. \quad (5.9)$$

Întrucât „ ω ” este afectat de erori, i se aplică o serie de corecții cum sunt corecțiile de declinație, de parallaxă și de refracție atmosferică.

5.1.4. Compensarea triangulației

Este operația prin care se corectează erorile produse în timpul măsurării unghiurilor triangulației. În lucrările topografice, deci nu în geodezie, compensarea se realizează printr-o metodă empirică numită și metoda lui Lehagre și Broniman și rareori prin metoda riguroasă care se bazează pe calculul probabilităților și necesită un volum mare de timp.

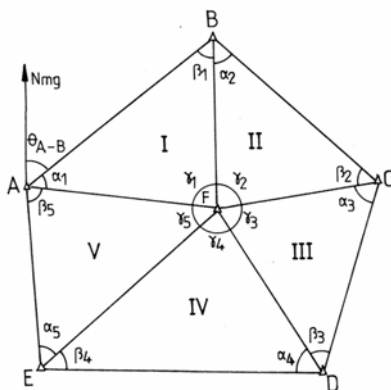


Fig. 5.8. Rețea de triangulație în formă de poligon cu punct central

5.1.4.1. Compensarea unei rețele de triangulație în formă de poligon cu punct central

În cazul unei rețele de triangulație în forma unui astfel de poligon (fig. 5.8.), compensarea presupune respectarea următoarelor condiții geometrice:

- ⇒ *Compensarea I*: suma unghiurilor unui triunghi să fie egală cu 200^g ;
- ⇒ *Compensarea a II-a*: suma unghiurilor în jurul unui punct să fie egală cu 400^g ;
- ⇒ *Compensarea a III-a*: între laturile și sinusurile unghiurilor opuse (într-un triunghi) să existe raporturi de perfectă egalitate. Această compensare este cunoscută și sub numele de acordul laturilor.

• **Compensarea I.** Referindu-ne la triunghiul I din figura 5.8. ar trebui ca: $\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 = 200^\circ$. Dar datorită erorilor produse în timpul măsurătorilor, această condiție nu este îndeplinită și va trebui adăugată o corecție:

$$\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 = 200^\circ \pm \varepsilon_1, \quad (5.10)$$

în care ε_1 este eroarea, care trebuie să fie mai mică decât toleranța pentru a putea fi corectată. În acest scop, ea se repartizează în mod egal celor trei unghiuri $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ pentru a obține unghiurile corectate $\alpha_1', \beta_1', \gamma_1'$:

$$\alpha_1' = \alpha_1 \pm \frac{\varepsilon_1}{3}; \quad \beta_1' = \beta_1 \pm \frac{\varepsilon_1}{3}; \quad \gamma_1' = \gamma_1 \pm \frac{\varepsilon_1}{3}; \quad (5.11)$$

Aceste unghiuri satisfac condiția impusă și deci:

$$\alpha_1' + \beta_1' + \gamma_1' = 200^\circ. \quad (5.12)$$

Se procedează identic pentru fiecare triunghi al rețelei și cu aceste unghiuri corectate se continuă cea de-a doua compensare.

• **Compensarea a II-a** impune ca: $\gamma_1' + \gamma_2' + \gamma_3' + \dots + \gamma_n' = 400^\circ$.

Această condiție este realizată însă sub forma:

$$\gamma_1' + \gamma_2' + \gamma_3' + \dots + \gamma_n' = 400^\circ \pm \varepsilon_2. \quad (5.13)$$

Dacă $\varepsilon_2 < T$ se trece la repartizarea ei în mod egal la cele cinci unghiuri și se vor obține unghiurile γ_1'', γ_2'' etc.:

$$\begin{aligned} \gamma_1'' &= \gamma_1' \pm \frac{\varepsilon_2}{5}; & \gamma_3'' &= \gamma_3' \pm \frac{\varepsilon_2}{5} & \gamma_5'' &= \gamma_5' \pm \frac{\varepsilon_2}{5}; \\ \gamma_2'' &= \gamma_2' \pm \frac{\varepsilon_2}{5}; & \gamma_4'' &= \gamma_4' \pm \frac{\varepsilon_2}{5}; \end{aligned} \quad (5.14)$$

numai acum este îndeplinită condiția impusă și vom avea:

$$\gamma_1'' + \gamma_2'' + \gamma_3'' + \gamma_4'' + \gamma_5'' = 400^\circ. \quad (5.15)$$

Prin această a doua compensare, însă, s-a deranjat prima compensare și suma unghiurilor din fiecare triunghi nu mai este egală cu 200° , dat fiind faptul că de exemplu $\gamma_1' \neq \gamma_1''$. Pentru a fi îndeplinită și prima condiție,

corecția $\frac{\varepsilon_2}{5}$ se împarte la doi și se aplică unghiurilor α_1' și β_1' , acestea

devenind: α'' și β'' , iar $\alpha'' + \beta'' + \gamma'' = 200^\circ$. În acest fel, după a doua compensare s-au realizat primele două condiții geometrice.

• **Compensarea a III-a** solicită ca în între laturile și sinusurile unghiurilor opuse (într-un triunghi) să existe raporturi de egalitate, adică pornind de la latura cunoscută, de obicei baza de triangulație și calculând

lungimile celorlalte laturi, trebuie să se obțină, prin calcule, pentru latura cunoscută, aceeași valoare cu cea rezultată din măsurători.

Referindu-ne la fig. 5.8., aplicând teorema sinusurilor, se poate scrie pentru fiecare triunghi:

$$\frac{AF}{\sin \beta_1} = \frac{BF}{\sin \alpha_1}; \frac{BF}{\sin \beta_2} = \frac{CF}{\sin \alpha_2}; \frac{CF}{\sin \beta_3} = \frac{DF}{\sin \alpha_3};$$

$$\frac{DF}{\sin \beta_4} = \frac{EF}{\sin \alpha_4}; \frac{EF}{\sin \beta_5} = \frac{AF}{\sin \alpha_5};$$

sau:

$$\frac{AF}{BF} = \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1}; \frac{BF}{CF} = \frac{\sin \beta_2}{\sin \alpha_2}; \frac{CF}{DF} = \frac{\sin \beta_3}{\sin \alpha_3};$$

$$\frac{DF}{EF} = \frac{\sin \beta_4}{\sin \alpha_4}; \frac{EF}{AF} = \frac{\sin \beta_5}{\sin \alpha_5}$$

Prin înmulțirea acestor relații va rezulta:

$$\frac{AF}{BF} \cdot \frac{BF}{CF} \cdot \frac{CF}{DF} \cdot \frac{DF}{EF} \cdot \frac{EF}{AF} = \frac{\sin \beta_1 \sin \beta_2 \sin \beta_3 \sin \beta_4 \sin \beta_5}{\sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \sin \alpha_3 \sin \alpha_4 \sin \alpha_5}.$$

Deci, condiția va fi realizată dacă:

$$P\alpha = P\beta.$$

Cum aceasta nu se realizează decât aproximativ, din cauza erorilor care s-au făcut în timpul măsurătorilor unghiurilor α și β , aceste unghiuri trebuie corectate, adică unghiurile α se măresc cu o cantitate x , iar unghiurile β se micșorează cu aceeași cantitate x și deci, unghiurile α'' și β'' să fie înlocuite prin: $\alpha'' + x$ și $\beta'' - x$, iar

$$x = \frac{P\beta - P\alpha}{P\alpha S\alpha + P\beta S\beta} \quad (5.16)$$

În relația de mai sus:

$P\alpha$ = produsul sinusurilor unghiurilor α ;

$P\beta$ = produsul sinusurilor unghiurilor β ;

$S\alpha = \frac{\Delta\alpha}{\sin \alpha}$; în care $\Delta\alpha$ este diferența tabulară ce reprezintă creșterea

sinusului unghiului α , când aceasta crește cu o secundă.

$$S\beta = \sum \frac{\Delta\beta}{\sin\beta} \text{ în care } \Delta\beta \text{ este diferența tabulară ce reprezintă creșterea}$$

unghiului β , când aceasta crește cu o secundă.

Dacă $P\beta > P\alpha$, corecția x se scade din unghiurile β și se adună la unghiurile α și invers, deci unghiurile α'' și β'' devin:

$$\begin{aligned}\alpha''' &= \alpha'' \pm x; \\ \beta''' &= \beta'' \pm x,\end{aligned} \quad (5.17)$$

care sunt unghiurile definitive.

În final, se verifică dacă este îndeplinită condiția ca: $P\alpha = P\beta$.

Toleranțele pentru cele trei compensări sunt $T_1 = 48''$, $T_2 = 16''$ și $T_3 = 8''$.

5.1.4.2. Compensarea unei rețele de triangulație în formă de lanț de patrulater

În cazul în care rețeaua de triangulație este dispusă astfel încât să formeze un lanț de patrulater (fig. 5.9.), compensarea se face pentru fiecare patrulater în parte astfel:

- **Compensarea I.** Suma unghiurilor patrulaterului să fie egală cu 400° . Întrucât această condiție nu se realizează în practică, trebuie adăugată o corecție ε_1 și atunci:

$$\alpha_1 + \beta_1 + \alpha_2 + \beta_2 + \alpha_3 + \beta_3 + \alpha_4 + \beta_4 \pm \varepsilon_1 = 400^\circ. \quad (5.18)$$

Această corecție se împarte egal la cele opt unghiuri:

$$\alpha' = \alpha \pm \frac{\varepsilon_1}{8}; \beta' = \beta \pm \frac{\varepsilon_1}{8} \text{ etc.} \quad (5.19)$$

- **Compensarea a II-a.** Sumele unghiurilor adiacente la laturile opuse să fie egale; eroarea ε_2 se va împărți în mod egal la cele patru unghiuri.
- **Compensarea a III-a** se referă la acordul laturilor.

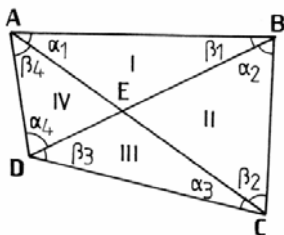


Fig. 5.9. Rețea de triangulație în formă de lanț de patrulater

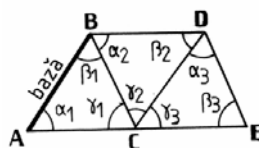


Fig. 5.10. Rețea de triangulație în formă de lanț de triunghiuri

5.1.4.3. Compensarea unei triangulații în formă de lanț de triunghiuri (fig. 5.10.)

Aceasta reclamă satisfacerea celor trei condiții, cu următoarele precizări:

- **Compensarea a II-a** se aplică în cazul în care atât baza de triangulație de plecare, cât și baza de control au fost orientate și constă în aceea că pornind de la orientarea bazei AB (fig. 5.10.) trebuie să se ajungă, prin calcule, la aceeași orientare a bazei de control DE (fig. 5.10.) cu cea măsurată pe teren. Din această cauză, această condiție se mai numește și acordul orientărilor.

- **Compensarea a III-a** diferă prin aceea că închiderea nu se mai face pe latura inițială, ci pornind de la baza AB și calculând toate laturile de triangulație, inclusiv baza de control DE, trebuie să se obțină o valoare egală cu cea rezultată din măsurătoarea efectuată pe teren.

5.1.5. Calculul lungimii laturilor de triangulație

Într-o rețea de triangulație, una din laturi, numită *bază*, se măsoară direct pe teren. Cu ajutorul acesteia și a unghiurilor compensate se pot calcula lungimile celorlalte laturi.

Referindu-ne la figura 5.10., se consideră latura măsurată AB = bază, iar unghiurile α , β și γ din cele trei triunghiuri, cunoscute. Prin aplicarea teoremei sinusurilor, va rezulta pentru triunghiul I:

$$\frac{AB}{\sin\gamma_1} = \frac{BC}{\sin\alpha_1} = \frac{AC}{\sin\beta_1};$$

$$\frac{AB}{\sin\gamma_1} = M_1 \text{ modulul pentru triunghiul I;}$$
(5.20)

$$BC = M_1 \sin\alpha_1; \text{ și } AC = M_1 \sin\beta_1$$

În triunghiul al II-lea (BCD), latura cunoscută a devenit BC și ca atare se poate scrie:

$$\frac{BC}{\sin\beta_2} = \frac{BD}{\sin\gamma_2} = \frac{CD}{\sin\alpha_2};$$

$$\frac{BC}{\sin\beta_2} = M_2 \text{ (modulul pentru triunghiul BCD);}$$
(5.21)

$$BD = M_2 \sin\gamma_2; \text{ și } CD = M_2 \sin\alpha_2$$

În felul acesta se procedează pentru toate laturile triunghiurilor.

Se recomandă ca verificarea calculelor laturilor să se facă, fie pe baza de plecare, fie pe o bază de control, adică acestora să li se determine lungimea și prin calcul, deși sunt cunoscute prin măsurare.

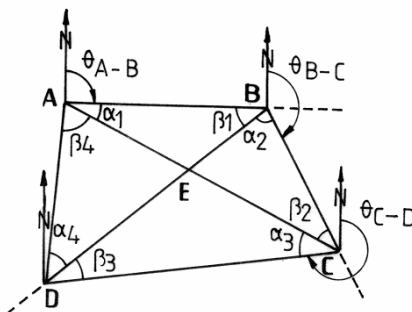
5.1.6. Calculul orientărilor laturilor de triangulație

Pentru a calcula orientările laturilor de triangulație se pornește de la orientarea determinată, folosind unghiurile compensate.

Astfel, în figura 5.11. orientarea laturii AB este cunoscută, iar orientările celorlalte laturi se vor calcula astfel:

$$\begin{aligned}\theta_{A-B} &= \text{cunoscută prin determinare;} \\ \theta_{B-C} &= \theta_{A-B} + 200^g - (\alpha_2 + \beta_1); \\ \theta_{C-D} &= \theta_{B-C} + 200^g - (\alpha_3 + \beta_2); \\ \theta_{D-A} &= \theta_{C-D} + 200^g - (\alpha_4 + \beta_3); \\ \theta_{A-B} &= \theta_{D-A} + 200^g - (\alpha_1 + \beta_4) \quad \text{pentru verificare și:} \quad (5.22) \\ \theta_{A-E} &= \theta_{A-B} + \alpha_1 = \theta_{A-D} - \beta_4; \\ \theta_{B-E} &= \theta_{B-C} + \alpha_2 = \theta_{B-A} - \beta_1; \\ \theta_{C-E} &= \theta_{C-D} + \alpha_3 = \theta_{C-B} - \beta_2; \\ \theta_{D-E} &= \theta_{D-A} + \alpha_4 = \theta_{D-C} - \beta_3.\end{aligned}$$

Fig. 5.11. Calculul orientărilor laturilor de triangulație



5.1.7. Calculul coordonatelor punctelor de triangulație

Se face în funcție de un sistem de două axe YOX și de coordonatele X, Y ale unui punct, cunoscute. Dacă nu se cunosc coordonatele nici unui punct, se vor acorda, unui punct oarecare din triangulația respectivă, coordonate arbitrare suficient de mari încât toate punctele să fie cuprinse în cadranul I. Coordonatele celorlalte puncte se vor calcula în funcție de aceste coordonate arbitrare, de lungimile laturilor de triangulație și de orientările lor.

Considerând că punctul 1 (fig. 5.12.) are coordonatele X_1 și Y_1 cunoscute, coordonatele X și Y ale punctului 2 vor fi:

$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 + \Delta X_{1-2}; & \Delta X &= D \cos \theta; \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta Y_{1-2}; & \Delta Y &= D \sin \theta. \end{aligned} \quad (5.23)$$

În continuare, coordonatele punctului 3 vor fi:

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{2-3}; \quad Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{2-3}.$$

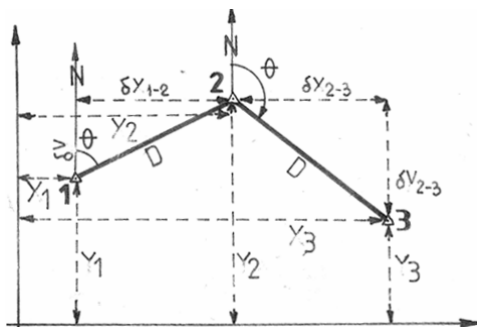


Fig. 5.12. Calculul coordonatelor punctelor de triangulație

Deci, coordonatele unui punct sunt egale cu coordonatele punctului anterior la care se adaugă coordonatele relative ΔX și ΔY , rezultate din calcule, cu semnele lor.

Pentru verificare, este necesar să se continue calculele până la coordonatele inițiale ale punctului de plecare. Între valorile inițiale ale punctului de plecare și cele obținute din calcule trebuie să nu fie nici o diferență. Este totuși admisă o diferență de 1-2 cm, care provine din rotunjirile din calcule. Dacă este o diferență mai mare se reiau calculele.

5.2. Metoda intersecției

În scopul îndeșirii punctelor din rețeaua de sprijin realizată prin triangulație, se aplică metoda intersecției care este de două feluri: intersecția înainte și intersecția înapoi.

5.2.1. Metoda intersecției înainte

Este folosită în cazul în care se dau două puncte 1 și 2 de coordonate X și Y cunoscute și când se cunosc și orientările α și β și se cere să se determine coordonatele X și Y ale unui al treilea punct, de exemplu P (fig. 5.13.).

În principiu, problema se rezolvă prin scrierea ecuațiilor unor drepte ce trec prin câte un punct cunoscut și au orientări cunoscute.

La intersecția înainte se face stație în punctele 1 și 2 și se vizează spre punctul P în vederea determinării orientărilor α și β ale dreptelor 1-P și 2-P. În scopul de a obține o precizie mai mare, se recomandă ca direcțiile către punctele de intersecție – în exemplul dat, punctul P – să se întretaie sub un unghi apropiat de 100° . Când nu se poate realiza acest deziderat, direcțiile respective nu trebuie să se întretaie sub un unghi mai mic de 30° , dar nici mai mare de 120° .

Coordonatele X și Y ale punctului P se calculează fie cu formule ce utilizează tangenta orientării, fie cu formule ce folosesc cotangenta orientării. Se va lua funcția trigonometrică a cărei valoarea absolută este mai mică.

5.2.1.1. Formulele de calcul cu tangenta orientării

$$X_P = \frac{Y_1 - Y_2 + X_2 \operatorname{tg} \beta - X_1 \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha} \quad (5.24)$$

sau

$$X_P = \frac{Y_2 - Y_1 + X_1 \operatorname{tg} \alpha - X_2 \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} \quad (5.25)$$

și

$$Y_P = (X_P - X_1) \operatorname{tg} \alpha + Y_1$$

sau

$$Y_P = (X_P - X_2) \operatorname{tg} \beta + Y_2. \quad (5.26)$$

5.2.1.2. Formulele de calcul cu cotangenta orientării

Dacă în relațiile anterioare se înlocuiește tg cu $\frac{1}{\operatorname{ctg}}$, se va obține:

$$Y_P = \frac{X_2 - X_1 + Y_1 \operatorname{ctg} \alpha - Y_2 \operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta} \quad (5.27)$$

$$X_P = (Y_P - Y_1) \operatorname{ctg} \alpha + X_1;$$

$$X_P = (Y_P - Y_2) \operatorname{ctg} \beta + X_2. \quad (5.28)$$

Pentru verificare, se obișnuiește ca punctul P să fie vizat din trei puncte. În felul acesta, coordonatele lui se calculează de două ori.

Dacă între valorile obținute din cele două determinări există diferențe mai mici decât toleranța, atunci se fac mediile între ele.

Metoda intersecției înainte prezintă avantajul că permite determinarea coordonatelor și a unor puncte inaccesibile.

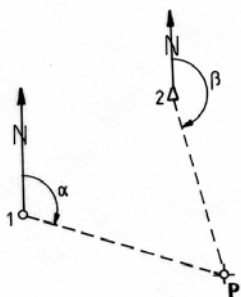


Fig. 5.13. Metoda intersecției înainte

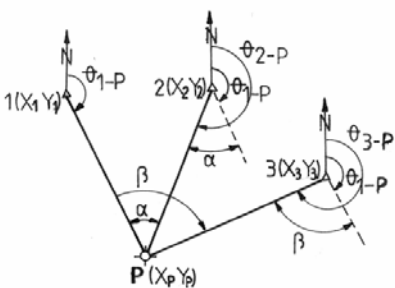


Fig. 5.14. Metoda intersecției înapoi

5.2.2. Metoda intersecției înapoi (retrointersecția)

Mai este cunoscută și sub numele de problema Pothénot (metoda are mai multe denumiri și rezolvări) și constă în calcularea coordonatelor X și Y ale unui punct P în funcție de trei puncte de coordonate cunoscute. În intersecția înapoi se face stație în punctul P, necunoscut (fig. 5.14.) și se vizează spre punctele 1, 2 și 3 de coordonate cunoscute pentru a se măsura unghiurile α și β .

Rezolvarea problemei comportă de fapt două faze: prima, în care se calculează orientările, și a doua, în care se calculează X_P și Y_P ca la intersecția înainte, folosind orientările obținute. Calculul orientării se face cu formulele:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{(Y_2 - Y_1) \operatorname{ctg} \alpha + (Y_1 - Y_3) \operatorname{ctg} \beta - X_2 + X_3}{(X_2 - X_1) \operatorname{ctg} \alpha + (X_1 - X_3) \operatorname{ctg} \beta + Y_2 - Y_3}. \quad (5.29)$$

Orientarea θ este de fapt orientarea dreptei 1-P, adică θ_{1-P} . Pentru a calcula și orientările θ_{2-P} și θ_{3-P} va trebui să se scoată valoarea orientării θ din tabelele de valori naturale prin interpolare la secundă și apoi să se calculeze astfel:

$$\theta_{2-P} = \theta_{1-P} + \alpha; \quad (5.30)$$

$$\theta_{3-P} = \theta_{1-P} + \beta. \quad (5.31)$$

După calculul orientărilor, intersecția înapoi este adusă la forma de intersecție înainte, iar coordonatele punctului P se vor calcula din cel puțin două perechi de coordonate, fie X_1Y_1 și X_2Y_2 , fie X_2Y_2 și X_3Y_3 , folosind formulele de la intersecția înainte. Coordonatele X și Y ale punctului P se obțin din media coordonatelor rezultate din perechile de coordonate cu care acestea s-au calculat.

În general, calculele la metoda clasică a intersecției înapoi necesită un volum mare de timp și pentru aceasta s-au propus diferite soluții. În țara noastră, o astfel de soluție a propus prof. ing. O. Martinian, soluție cunoscută sub numele de dispozitivul Martinian. În continuare, se dau, informativ, formulele pentru calculul coordonatelor punctului P propuse de O. Martinian:

$$X_P = X_2 - r \Delta Y \quad \text{și} \quad Y_P = Y_2 - r \Delta X, \quad (5.32)$$

în care:

$$\Delta X = \overbrace{(Y_2 - Y_1) \operatorname{ctga} - X_1 + X_2}^{\delta x} - X_2 + X_3 + (Y_2 - Y_3) \operatorname{ctg} \beta$$

$$\Delta Y = \underbrace{(X_1 - X_2) \operatorname{ctga} - Y_1 + Y_2}_{\delta y} - Y_2 + Y_3 + (X_3 - X_2) \operatorname{ctg} \beta ;$$

$$r = \frac{\Delta Y \delta x + \Delta X \delta y}{\Delta X^2 + \Delta Y^2}.$$

5.3. Metoda drumuirii

Drumuirea este ultima dintre metode care îndesește rețeaua de puncte de sprijin sau realizează independent o astfel de rețea de puncte.

Executarea unei drumuirii este condiționată de respectarea unor condiții și anume:

- punctele de drumuire să fie fixe, între ele să existe vizibilitatea reciprocă și să fie situate cât mai în apropierea punctelor de detalii ce urmează a fi ridicate;

- distanța între punctele de drumuire poate varia între 30 și 300 m însă în medie între 80-120 m și 150 m;

- lungimea tuturor laturilor unei drumuirii să nu depășească 2 000 m în intravilan (în zonele cu clădiri) și 3 000 m în extravilan (zone în care nu există construcții);

- numărul laturilor unei drumuirii variază între 15-18, dar în mod excepțional poate ajunge până la 30.

O primă operație în drumuire constă în alegerea și marcarea punctelor de drumuire. Marcarea se face prin țărui de lemn (în extravilan) și de fier (în intravilan). Punctele de drumuire importante se bornează.

Se măsoară apoi lungimile laturilor de drumuire, dus și întors, unghiurile de pantă de la A la B și de la B la A și unghiurile orizontale. Atât unghiurile de pantă, cât și cele orizontale se vor măsura în pozițiile I și II ale lunetei.

În cazul în care drumuirea este independentă, se va determina pe teren și orientarea magnetică a unei laturi.

Se continuă cu valorile medii pentru distanțe, unghiuri de pantă și unghiuri orizontale. Deoarece distanțele măsurate sunt înclinate, în cele mai multe cazuri trebuie să se reducă la orizont cu formula: $d = l \cos \alpha$.

Apoi, se calculează orientările laturilor de drumuire, iar cu distanțele reduse la orizont se calculează coordonatele relative δx și δy și coordonatele absolute X și Y ale punctelor de drumuire.

Dintre diferitele cazuri de drumuiri planimetrice, se vor trata drumuirea sprijinită pe două puncte de coordonate cunoscute și drumuirea închisă pe punctul de plecare.

5.3.1. *Metoda drumuirii sprijinită pe două puncte de coordonate cunoscute*

Continuă îndesirea rețelei de puncte de sprijin realizată fie prin triangulație, fie prin intersecție și prezintă avantajul că rezultatele calculelor se pot verifica prin intermediul punctelor de sprijin care sunt determinate, în ce privește precizia, prin metode superioare drumuirii.

5.3.1.1. Operații pe teren

Se consideră drumuirea 101-102-103 din figura 5.15., care se sprijină pe punctul de triangulație 2 și pe punctul de intersecție 52, puncte de coordonate cunoscute. Pe teren, se măsoară lungimile laturilor 2-101, 101-102, 102-103 și 103-52, dus și întors.

Se face stație în punctul 2 și se vizează spre punctul 1, rezultând citirea C_1 . Apoi se vizează spre punctul 101 și se face citirea C_2 . Unghiul $\omega_2 = C_2 - C_1$. Se măsoară și unghiul de pantă de la 2 la 101. Apoi se face stație în punctul 101 și se vizează spre punctul 2 considerat înapoi și rezultă citirea C_1 , după care se vizează spre punctul 102 considerat înainte și se obține citirea C_2 . Unghiul $\omega_{101} = C_2 - C_1$ (citiri efectuate în stația a doua). De asemenea, se măsoară unghiurile de pantă de la 101 la 2 și de la 101 la 102.

Se continuă în felul acesta, în vederea obținerii unghiurilor orizontale și verticale, ultimul punct de stație fiind 52, din care se vizează înapoi spre 103 și înainte spre 2.

5.3.1.2. Operații în birou

O primă operație este aceea a calculului valorilor medii ale măsurătorilor efectuate pe teren.

Unghiurile verticale sunt necesare la reducerea distanțelor înclinate la orizont, iar cele orizontale la calculul orientărilor laturilor de drumuire, pornind de la o orientare de sprijin. În figura 5.15., orientarea de sprijin este

θ_{2-1} , adică orientarea laturii de triangulație 2-1. Dacă nu se cunoaște orientarea de sprijin, aceasta se poate calcula din coordonatele acestor puncte care sunt cunoscute.

Orientarea primei laturi de drumuire din fig. 5.15. este:

$$\theta_{2-101} = \theta_{2-1} + \omega_2. \quad (5.33)$$

Orientările celorlalte laturi se vor calcula astfel:

$$\begin{aligned} \theta_{101-102} &= \theta_{2-101} \pm 200^\circ + \omega_{101}; \\ \theta_{102-103} &= \theta_{101-102} \pm 200^\circ + \omega_{102}; \\ \theta_{103-52} &= \theta_{102-103} \pm 200^\circ + \omega_{103}; \\ \theta_{52-2} &= \theta_{103-52} \pm 200^\circ + \omega_{52}. \end{aligned} \quad (5.34)$$

Generalizând:

$$\theta_{n-(n+1)} = \theta_{(n-1)-n} \pm 200^\circ + \omega_n. \quad (5.35)$$

În aceste relații apare termenul $\pm 200^\circ$. Se naște întrebarea: când se adaugă și când se scad cele 200° ? Se adaugă 200° când orientarea anterioară este mai mică decât 200° și se scad când orientarea anterioară este mai mare.

Orientarea θ_{52-2} se calculează pentru verificare, deoarece ea este cunoscută din calculul coordonatelor punctelor 52 și 2 și se numește *orientare de control*.

Dacă se notează orientarea rezultată din calculele efectuate pe baza măsurătorilor de pe teren cu θ , iar orientarea determinată din coordonate cu θ' și se compară amândouă, se observă că $\theta \neq \theta'$, deci prima este afectată de erorile produse în timpul măsurătorilor de unghiuri și trebuie corectată. Condiția de egalitate este satisfăcută de relația $\theta + C_u = \theta'$, în care C_u este corecția unghiulară și $C_u \leq T_u$, iar $T_u = 150'' \sqrt{n}$, în care n – numărul laturilor. Dacă este îndeplinită această condiție, se trece la repartizarea corecției unghiulare, în progresie aritmetică, după ce în prealabil s-a calculat un coeficient de corecție „ q_u ” după formula: $q_u = \frac{C_u}{n}$, în care n – numărul laturilor.

Notând orientările corectate cu θ' și pe celelalte cu θ , rezultă:

$$\begin{aligned} \theta'_{2-101} &= \theta_{2-101} + q_u; \\ \theta'_{101-102} &= \theta_{101-102} + 2q_u; \\ \theta'_{102-103} &= \theta_{102-103} + 3q_u; \\ \theta'_{103-52} &= \theta_{103-52} + 4q_u; \\ \theta'_{52-2} &= \theta_{52-2} + 5q_u. \end{aligned} \quad (5.36)$$

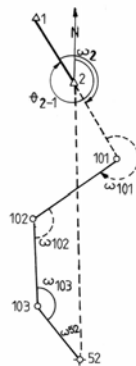


Fig. 5.15. Metoda drumuirii sprijinită pe două puncte de coordonate cunoscute

În continuare, se trece la calculul coordonatelor relative δx și δy și al coordonatelor absolute (X și Y) ale punctelor de drumuire.

Să considerăm o drumuire sprijinită pe punctele A și B (fig. 5.16.). Se observă că orientările laturilor 101-102, 102-103 și 103-B depășesc un unghi drept, fiind în cadranele II, III și IV.

Deoarece în tabelele cu valori naturale nu sunt decât unghiuri până la 100° , se face reducerea la primul cadran.

Pe baza relațiilor în triunghiurile dreptunghice, se pot calcula coordonatele relative δx și δy :

$$\begin{aligned} \delta x_{A-101} &= d_{A-101} \cos \theta_I; & \delta y_{-101} &= d_{A-101} \sin \theta_I; \\ \delta x_{101-102} &= -d_{101-102} \sin \theta_{II}; & \delta y_{101-102} &= d_{101-102} \cos \theta_{II}; \\ \delta x_{102-103} &= -d_{102-103} \cos \theta_{III}; & \delta y_{102-103} &= -d_{102-103} \sin \theta_{III}; \\ \delta x_{103-B} &= d_{103-B} \sin \theta_{IV}; & \delta y_{103-B} &= -d_{103-B} \cos \theta_{IV}; \end{aligned} \quad (5.37)$$

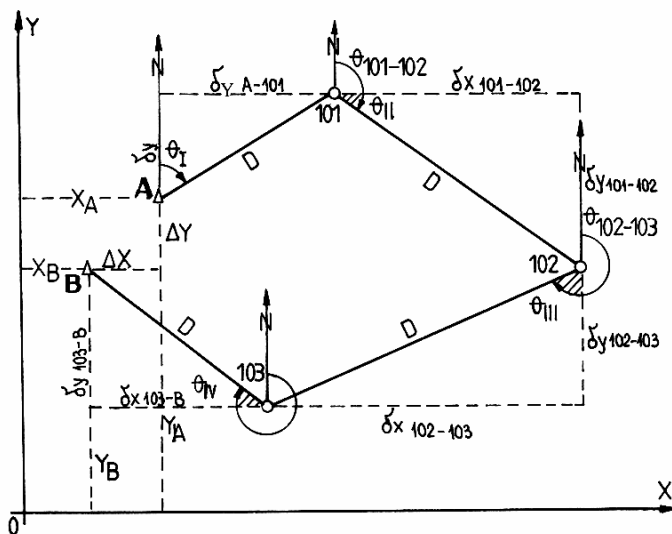


Fig. 5.16. Calculul coordonatelor relative δx și δy și absolute (X și Y) ale punctelor de drumuire

Proiectând poligonul închis A-101-102-103-B fie pe abscisă, fie pe ordonată, va trebui ca suma proiecțiilor laturilor să fie egală cu zero, adică:

$$\Delta X + \Sigma(\delta x) = 0 \text{ și } \Delta Y + \Sigma(\delta y) = 0. \quad (5.38)$$

Această condiție geometrică nu este îndeplinită din cauza erorilor produse în timpul măsurărilor și ca atare va trebui să adăugăm corecțiile de rigoare și relațiile de mai sus satisfac condiția în forma:

$$\begin{aligned}\Delta X + \Sigma(\delta x) + C_x &= 0; \\ \Delta Y + \Sigma(\delta y) + C_y &= 0.\end{aligned}\quad (5.39)$$

din care se scot corecțiile C_x și C_y :

$$\begin{aligned}C_x &= -\Delta X - \Sigma(\delta x); \\ C_y &= -\Delta Y - \Sigma(\delta y); \\ C_x &= (X_B - X_A) - \Sigma(\delta x); \\ C_y &= (Y_B - Y_A) - \Sigma(\delta y).\end{aligned}\quad (5.40)$$

Pentru a putea repartiza aceste corecții, trebuie respectată condiția ca: $C \leq T_c$.

Valoarea corecției C se calculează cu formula:

$$C = \sqrt{(C_x)^2 + (C_y)^2} \quad (5.41)$$

iar toleranța este dată de relația:

$$T_c = 0,003\sqrt{D} + \frac{D}{2600}, \quad (5.42)$$

în care D este lungimea totală a drumuirii.

Dacă este îndeplinită condiția de închidere (adică $C \leq T$ trece la repartizarea corecțiilor sau la compensarea drumuirii prin corectarea coordonatelor relative δx și δy .

Compensarea se poate face atât în funcție de distanțe, cât și în funcție de coordonatele relative.

Prin orice metodă s-ar face, este necesar să se calculeze un coeficient de repartiziție K .

În primul caz:

$$K_x = \frac{C_x}{\Sigma(\delta x)} \quad K_y = \frac{C_y}{\Sigma d} \quad (5.43)$$

iar în al doilea caz:

$$K'_x = \frac{C_x}{\Sigma(\delta x)} \quad K'_y = \frac{C_y}{\Sigma(\delta y)} \quad (5.44)$$

Cu ajutorul acestor coeficienți se calculează corecțiile qx și qy :

$$qx_i = K_x \cdot d_i; \quad qy_i = K_y \cdot d_i \quad (5.45)$$

sau:

$$q'x_i = K'_x \cdot \delta x_i; \quad q'y_i = K'_y \cdot \delta y_i \quad (5.46)$$

și pentru verificare:

$$\Sigma qx = Cx; \quad \Sigma qy = Cy; \quad (5.47)$$

$$\Sigma q'x = Cx; \quad \Sigma q'y = Cy. \quad (5.48)$$

Corecțiile se aplică coordonatelor relative eronate și rezultă coordonatele relative compensate:

$$\begin{aligned} \delta'x &= \delta x + qx; & \delta'x &= \delta x + q'x; \\ \delta'y &= \delta y + qy; & \delta'y &= \delta y + q'y. \end{aligned} \quad (5.49)$$

Ultima operație constă în calcularea coordonatelor absolute X și Y ale punctelor de drumuire.

Întrucât drumuirea aceasta este sprijinită pe puncte de coordonate cunoscute, în calculul coordonatelor X și Y ale punctelor de drumuire 101, 102, 103 se va porni de la coordonatele X și Y ale punctului A:

$$\begin{aligned} X_{101} &= X_A + \delta x'_{A-101}; & Y_{101} &= Y_A + \delta y'_{A-101}; \\ X_{102} &= X_{101} - \delta x'_{101-102}; & Y_{102} &= Y_{101} + \delta y'_{101-102}; \\ X_{103} &= X_{102} - \delta x'_{102-103}; & Y_{103} &= Y_{102} - \delta y'_{102-103}; \\ X_B &= X_{103} + \delta x'_{103-B}; & Y_B &= Y_{103} - \delta y'_{103-B}; \\ \cdot & \cdot \cdot & \cdot & \cdot \cdot \\ \cdot & \cdot \cdot & \cdot & \cdot \cdot \\ \cdot & \cdot \cdot & \cdot & \cdot \cdot \\ X_n &= X_{(n-1)} \pm \delta x'_{(n-1)-n}; & Y_n &= Y_{(n-1)} \pm \delta y'_{(n-1)-n}; \end{aligned} \quad (5.50)$$

Coordonatele calculate ale punctului B trebuie să fie egale cu coordonatele lui din rețeaua de sprijin (în cazul de față din rețeaua de triangulație).

5.3.2. Metoda drumuirii închisă pe punctul de plecare (drumuirea în circuit închis)

Este utilizată în scopul realizării unei rețele de puncte de sprijin independentă și se aplică pentru suprafețe mai mici de 200 ha în cazul când în regiunea în care se execută ridicările nu există nici un punct din rețeaua de sprijin realizată prin metode superioare.

La o astfel de drumuire se măsoară: distanțele înclinate, unghiurile verticale „ α ” și unghiurile orizontale „ ω ” din interiorul poligonului, precum și orientarea unei laturi de drumuire, de exemplu latura 101-102 (fig. 5.17.).

Spre deosebire de drumuirea sprijinită pe două puncte cunoscute, unde compensarea unghiulară se aplică orientărilor, în drumuirea aceasta, compensarea se aplică unghiurilor orizontale interioare, pornind de la condiția geometrică după care:

$$\Sigma \omega = 200^\circ (n-2), \quad (5.51)$$

în care n reprezintă numărul laturilor poligonului.

Din cauza erorilor produse în timpul măsurătorilor, condiția aceasta nu este îndeplinită. Este necesar să se aplice corecția „ C_u ”, care se stabilește cu relația:

$$\Sigma \omega + C_u = 200^g (n-2); \quad (5.52)$$

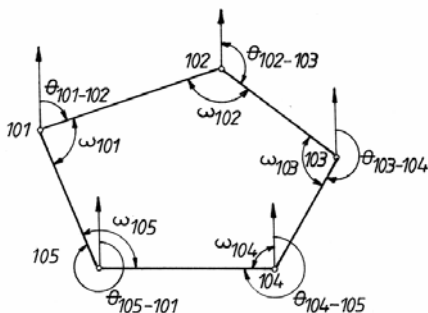
$$C_u = 200^g (n-2) - \Sigma \omega.$$

Această corecție se împarte în mod egal fiecărui unghi interior:

$$\omega' = \omega + \frac{C_u}{n},$$

în care n este numărul laturilor.

Fig. 5.17. Metoda drumuirii închisă pe punctul de plecare



Cu aceste unghiuri compensate se calculează orientările laturilor de drumuire pornind de la orientarea determinată pe teren după cum urmează:

$$\begin{aligned} \theta_{101-102} &= \text{cunoscută}, \\ \theta_{102-103} &= \theta_{101-102} + 200^g - \omega'_{102}; \\ \theta_{103-104} &= \theta_{102-103} + 200^g - \omega'_{103}; \\ \theta_{104-105} &= \theta_{103-104} + 200^g - \omega'_{104}; \\ \theta_{105-101} &= \theta_{104-105} + 200^g - \omega'_{105}; \\ \theta_{101-102} &= \theta_{105-101} + 200^g - \omega'_{101}; \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ \theta_{n-(n+1)} &= \theta_{(n-1)-n} + 200^g - \omega'_n. \end{aligned} \quad (5.53)$$

Orientarea $\theta_{101-102}$, deși este măsurată, se calculează totuși pentru verificare.

Coordonatele relative δx și δy se calculează la fel ca la drumuirea sprijinită pe două puncte cunoscute, însă trebuie să se îndeplinească condiția ca:

$$\begin{aligned}\Sigma \delta x &= 0; \\ \Sigma \delta y &= 0.\end{aligned}\tag{5.54}$$

Din cauza erorilor, coordonatelor relative li se aplică corecțiile C_x și C_y , iar relațiile de mai sus devin:

$$\begin{aligned}\Sigma \delta x + C_x &= 0; \\ \Sigma \delta y + C_y &= 0,\end{aligned}\tag{5.55}$$

de unde:

$$\begin{aligned}C_x &= -\Sigma(\delta x); \\ C_y &= -\Sigma(\delta y).\end{aligned}\tag{5.56}$$

Restul calculelor se aseamănă cu cele de la drumuirea sprijinită pe puncte cunoscute.

Coordonatele absolute X și Y ale punctelor de drumuire 102, 103, 104 și 105 se vor calcula în funcție de coordonatele X_{101} și Y_{101} , care sunt arbitrare și de coordonatele relative compensate:

$$\begin{aligned}X_{102} &= X_{101} + \delta x'_{101-102}; & Y_{102} &= Y_{101} + \delta y'_{101-102}; \\ X_{103} &= X_{102} - \delta x'_{102-103}; & Y_{103} &= Y_{102} + \delta y'_{102-103}; \\ X_{104} &= X_{103} - \delta x'_{103-104}; & Y_{104} &= Y_{103} - \delta y'_{103-104}; \\ X_{105} &= X_{104} + \delta x'_{104-105}; & Y_{105} &= Y_{104} - \delta y'_{104-105}; \\ X_{101} &= X_{105} + \delta x'_{105-101}; & Y_{101} &= Y_{105} + \delta y'_{105-101}; \\ \cdot & \cdot \cdot & \cdot & \cdot \cdot \\ \cdot & \cdot \cdot & \cdot & \cdot \cdot \\ \cdot & \cdot \cdot & \cdot & \cdot \cdot \\ X_n &= X_{(n-1)} \pm \delta x'_{(n-1)-n}; & Y_n &= Y_{(n-1)} \pm \delta y'_{(n-1)-n};\end{aligned}\tag{5.57}$$

Coordonatele X și Y ale punctului 101 se calculează pentru verificare și ele trebuie să fie egale cu coordonatele atribuite punctului.

5.4. Metoda radierii sau metoda coordonatelor polare

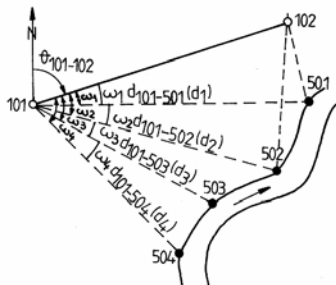
Odată realizată rețeaua de puncte de sprijin, se continuă măsurătorile pe teren pentru ridicarea punctelor de detaliu, puncte ce definesc, de fapt, perimetre, obiecte etc. de pe suprafața topografică.

Una din metodele prin care se determină poziția în plan a punctelor de detaliu este *metoda radierii* sau *metoda coordonatelor polare*.

Punctele cele mai apropiate de punctele de detaliu sunt punctele de drumuire. Ca urmare a acestui fapt, pentru efectuarea măsurătorilor de unghiuri, în radiere, se face stație într-un punct de drumuire, ca de exemplu

101 (fig. 5.18). Din acesta, se vizează, cu zero în aparat, către punctul de drumuire 102 (latura de drumuire 101-102 constituind latură de sprijin), apoi către punctele de radiere 501, 502, 503 și 504 și se măsoară astfel unghiurile $\omega_1, \omega_2, \omega_3$, și ω_4 . Se măsoară, de asemenea, și distanțele 101-501 (d_1), 101-502 (d_2), 101-503 (d_3), și 101-504 (d_4), direct în valoarea lor orizontală. Pentru control, se măsoară și distanțele 501-502, 502-503, 503-504.

Fig. 5.18. Metoda radierii



Poziția punctelor de radiere este astfel determinată prin coordonatele lor polare: 501 prin d_1 și ω_1 , 502 prin d_2 și ω_2 , 503 prin d_3 și ω_3 , 504 prin d_4 și ω_4 .

Însă, punctelor de radiere li se pot calcula și coordonatele rectangulare. Pentru aceasta sunt necesare unghiurile „ ω ” și orientările θ .

Unghiurile ω se pot măsura cumulat, având originea comună pe direcția laturii de drumuire 101-102. Însă, ele pot fi măsurate și separat, de exemplu unghiul ω_1 este unghiul format de laturile 101-102 și 101-501, ω_2 , de laturile 101-501 și 101-502 ș.a.m.d. În urma măsurătorilor executate, dispunem de suficiente elemente pentru a putea calcula și coordonatele X și Y ale punctelor de radiere.

Pentru aceasta sunt necesare și orientările care pot fi calculate în funcție de orientarea $\theta_{101-102}$ a laturii de drumuire 101-102 care este cunoscută (ea a fost calculată la metoda drumuirii).

Dacă unghiurile ω sunt măsurate cumulat (fig. 5.18.), orientările se vor calcula astfel:

$$\begin{aligned}\theta_{101-501} &= \theta_{101-102} + \omega_1; \\ \theta_{101-502} &= \theta_{101-102} + \omega_2; \\ \theta_{101-503} &= \theta_{101-102} + \omega_3; \\ \theta_{101-504} &= \theta_{101-102} + \omega_4.\end{aligned}\tag{5.58}$$

În cazul în care unghiurile ω sunt măsurate separat (fig. 5.18.), orientările vor rezulta din următoarele relații:

$$\begin{aligned}\theta_{101-501} &= \theta_{101-102} + \omega_1; \\ \theta_{101-502} &= \theta_{101-501} + \omega_2; \\ \theta_{101-503} &= \theta_{101-502} + \omega_3; \\ \theta_{101-504} &= \theta_{101-503} + \omega_4.\end{aligned}\quad (5.59)$$

Coordonatele relative se vor calcula după formulele de principiu:

$$\delta y = d \sin \theta \quad \text{și} \quad \delta x = d \cos \theta$$

și în funcție de cadranul în care se găsește orientarea, se va acorda și semnul corespunzător.

Coordonatele absolute X și Y ale punctelor de radiere se calculează în funcție de coordonatele absolute X și Y ale punctului 101 și de coordonatele relative δx și δy astfel:

$$\begin{aligned}X_{501} &= X_{101} + \delta x_{101-501}; & Y_{501} &= Y_{101} + \delta y_{101-501}; \\ X_{502} &= X_{101} - \delta x_{101-502}; & Y_{502} &= Y_{101} + \delta y_{101-502}; \\ X_{503} &= X_{101} - \delta x_{101-503}; & Y_{503} &= Y_{101} + \delta y_{101-503}; \\ X_{504} &= X_{101} - \delta x_{101-504}; & Y_{504} &= Y_{101} + \delta y_{101-504};\end{aligned}\quad (5.60)$$

O altă posibilitate de control în metoda radierii o constituie vizele spre punctele de radiere din altă stație, de exemplu din 102 (fig. 5.18.), deci punctele 501, 502 sunt dublu radiate; coordonatele rezultate trebuie să fie egale cu cele din prima radiere.

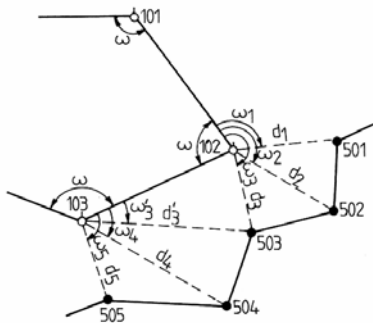


Fig. 5.19. Metoda combinată între drumuire și radiere

În practica ridicărilor de teren se întâlnește frecvent cazul când se utilizează combinații de metode, ca de exemplu combinația între drumuire și radiere în care situație măsurătorile se fac întâi pentru drumuire și apoi pentru radiere. Astfel, se face stație într-un punct de drumuire, se măsoară unghiurile verticale ale laturilor de drumuire, unghiurile orizontale dintre laturile de drumuire și apoi din aceeași stație se execută vizele către punctele de radiere (fig. 5.19.). În acest fel, dintr-o singură stație s-au făcut măsurători și pentru drumuire și pentru radiere, ceea ce constituie desigur un avantaj în privința scurtării timpului de execuție.

5.5. Metoda echerării sau metoda coordonatelor echerice

O altă metodă de ridicare a punctelor de detalii este *metoda echerării*. Metoda constă în coborârea de perpendiculare din punctele de detaliu pe laturile de drumuire, iar instrumentul utilizat este *echerul topografic*.

Prin această metodă poziția punctelor de detaliu este determinată prin coordonatele X și Y.

Întrucât perpendicularele se coboară de regulă pe latura de drumuire cea mai apropiată, coordonatele Y se vor măsura cumulat de la un punct de drumuire (fig. 5.20.), care constituie originea comună a lor, până la picioarele perpendicularelor. Valorile se vor citi direct pe panglica așternută pe latura de drumuire pe care se coboară perpendicularele.

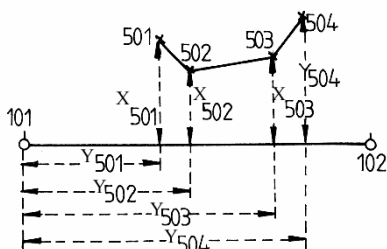


Fig. 5.20. Metoda echerării

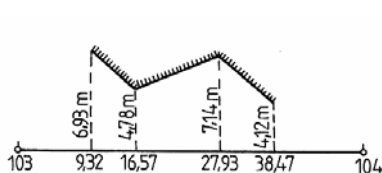


Fig. 5.21. Exemplu de notare a valorilor lui X și Y pe schița de teren

Coordonatele X ale punctelor de detaliu sunt tocmai lungimile perpendicularelor, care se măsoară cu ajutorul unei rulete. În cazul terenurilor în pantă, lungimea perpendicularelor se măsoară direct în valoare orizontală.

Pe teren se întocmește o schiță, pe care se trec valorile cumulate pentru Y și separate pentru X (fig. 5.21.).

Între punctele de pe suprafața topografică și cele de pe teren, trebuie să existe o perfectă corespondență, așa cum se poate vedea din figura 5.22., pentru că numai astfel planul sau harta vor reprezenta realitatea existentă pe teren la data efectuării ridicărilor topografice.

Întrucât ridicările topografice reclamă o anumită precizie în executarea lor, se recomandă ca întotdeauna calculele să fie verificate, iar toleranțele prescrise să nu fie depășite.

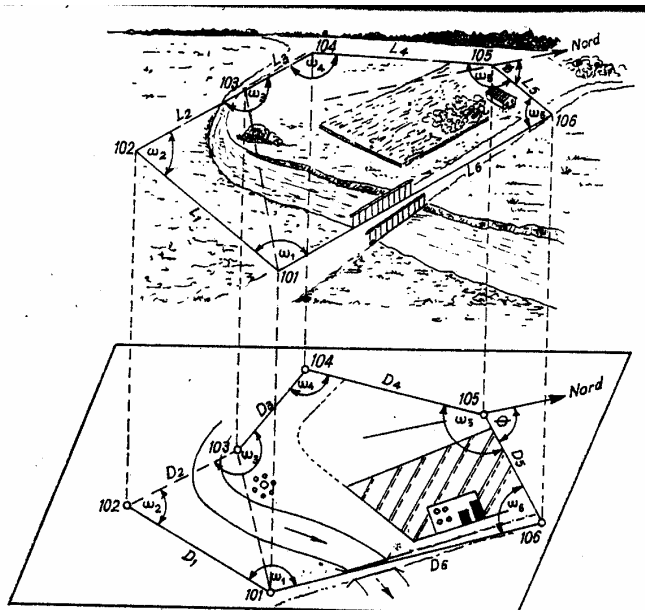


Fig. 5.22. Reprezentarea unei suprafețe de teren, pe plan:
a – suprafața de teren; b – reprezentarea în plan a suprafeței

B. ALTIMETRIA

Altimetria sau *nivelmentul* constituie partea din topografie care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor utilizate pentru măsurarea, calcularea și reprezentarea pe planuri și hărți a altitudinilor diferitelor puncte de pe suprafața topografică.

Pentru a sublinia importanța lucrărilor de nivelment, este suficient să precizăm că un plan sau o hartă pe care nu este reprezentată și altitudinea punctelor (printr-o metodă sau alta) sunt considerate incomplete, deoarece nu oferă posibilitatea, pe de o parte, a unei vederi a configurației suprafeței cuprinsă în plan sau hartă, iar pe de altă parte, nu permite rezolvarea unor probleme de ordin practic, cum ar fi: calcularea pantelor, volumelor, construirea profilului topografice, geologice, geomorfologice etc.

6. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

6.1. Suprafețe de nivel, altitudini, diferențe de nivel, adâncime

Suprafețe de nivel. Altitudinile sau înălțimile punctelor topografice sunt măsurate și calculate în funcție de o suprafață de referință sau de comparație. Această suprafață trebuie să fie perpendiculară în orice punct al ei la direcția gravitației. Suprafețele care îndeplinesc această condiție se numesc *suprafețe de nivel*, iar suprafața care se confundă cu suprafața geoidului se numește *suprafață de nivel zero*.

Dacă aceste suprafețe de nivel sunt considerate pe teritorii restrânse, ele sunt paralele și în același timp sferice; dacă, dimpotrivă, le vom considera pe regiuni mari, de exemplu la nivelul globului terestru, aceste suprafețe au o formă elipsoidală, nemaifiind deci nici paralele și nici sferice, întrucât aceste elipse sunt mai îndepărtate între ele la Ecuator și mai apropiate la poli.

De acest neparalelism al suprafețelor de nivel se ține seama în cadrul nivelmentului de mare precizie, la cotele punctelor intervenind o corecție denumită *corecție ortometrică*.

Pentru harta de bază a țării noastre este considerată ca suprafață de nivel zero, nivelul zero al Mării Baltice în portul Kronstadt; pentru planurile

întocmite în scopuri utilitare, începând din anul 1971, s-a revenit la suprafața de nivel a Mării Negre în portul Constanța.

Această suprafață de nivel a Mării Negre este materializată printr-un reper, numit reper zero fundamental, care are altitudinea de 2,400 m și este montat într-o construcție specială.

Altitudinea acestui reper zero fundamental se măsoară cu ajutorul unor aparate numite *medimaremetre* sau *medimaregrafe*.

Altitudinea unui punct. Prin altitudinea unui punct se înțelege distanța măsurată pe verticala acelui punct, de la o suprafață de referință până la acel punct.

Dacă suprafața de comparație sau de referință este nivelul zero al mării, în acest caz altitudinea este *absolută*. Când suprafața de referință nu corespunde cu nivelul zero al mării, ci este una oarecare, altitudinea este *relativă*. De exemplu, o movilă poate avea altitudinea absolută de 85 m, iar cea relativă de 8 m. În primul caz, altitudinea s-a măsurat de la suprafața de nivel zero a mării, iar în al doilea caz, altitudinea s-a măsurat de la suprafața câmpiei în care se găsește movila respectivă.

Diferența de nivel între două puncte. Referindu-ne la figura 6.1., conform definiției, altitudinea absolută a punctului 1 este H_1 , iar a punctului 2 este H_2 ; R_1 și R_2 sunt razele ce descriu suprafețele de nivel ce trec prin punctele 1 și 2; R_0 este raza care descrie suprafața de nivel zero, ΔH este diferența dintre cele două suprafețe de nivel ale punctelor 1 și 2 sau:

$$\Delta H = H_2 - H_1 = (R_2 - R_0) - (R_1 - R_0) = R_2 - R_1. \quad (6.1)$$

Cu alte cuvinte, ΔH este diferența dintre razele ce descriu suprafețele de nivel ce trec prin cele două puncte. Cunoscând diferența de nivel ΔH dintre cele două puncte, precum și altitudinea unuia dintre ele, se poate calcula și altitudinea celuilalt.

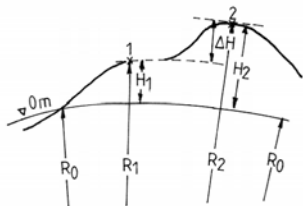


Fig. 6.1. Altitudini și diferență de nivel

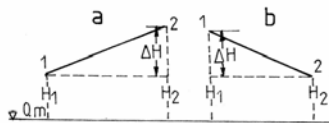


Fig. 6.2. Determinarea altitudinii unui punct: a – diferență de nivel pozitivă; b – diferență de nivel negativă.

Din figura 6.2., în care H_1 este altitudinea punctului 1, ΔH este diferența de nivel, se poate determina și H_2 (altitudinea punctului 2, considerată necunoscută):

$$H_2 = H_1 + \Delta H, \text{ când } \Delta H \text{ este pozitivă, sau} \quad (6.2)$$

$$H_2 = H_1 - \Delta H, \text{ când } \Delta H \text{ este negativă.} \quad (6.3)$$

În ambele cazuri s-a considerat că punctul 1 are altitudinea cunoscută.

Adâncimea unui punct este distanța măsurată pe verticala punctului, de la punctul de pe fundul apei până la suprafața de nivel care se confundă cu oglinda apei râului, lacului, mării sau oceanului.

6.2. Felurile nivelmentului

Altitudinile punctelor se calculează pe baza rezultatelor măsurărilor efectuate pe teren. În funcție de instrumentele, principiile și metodele adoptate în acest scop, se pot deosebi mai multe feluri de nivelment ce pot fi grupate în două categorii: **nivelment clasic** și **nivelment special**.

Din prima categorie fac parte: *nivelmentul geometric* sau *direct*, *nivelmentul trigonometric* sau *indirect*, *nivelmentul barometric* sau *fizic* și *nivelmentul hidrostatic*.

Din a doua categorie fac parte: *nivelmentul motorizat* sau *automat* și *nivelmentul fotogrammetric*.

6.3. Marcarea și semnalizarea punctelor de nivelment

Marcarea punctelor de nivelment se realizează, în funcție de importanța punctelor, cu ajutorul unor repere. În cazul punctelor ce fac parte din rețeaua de nivelment de precizie și care deci trebuie să fie bine fixate, să dureze o perioadă mai îndelungată, se utilizează repere speciale din metal (fig. 6.3.) montate în soclul unor clădiri cu caracter de permanență ca: școli, primării, biserici sau chiar pe borne de beton (fig. 6.4.). Punctele cărora li se determină altitudinile pentru scopuri mai puțin importante, se marchează prin țăruiși care se bat la rasul pământului, adică până la nivelul suprafeței terenului, iar alături de aceștia se bat alți țăruiși mai ridicați, numiți *țăruiși martori* (fig. 6.5.). Țăruișul martor are o parte țesită pe care se scrie numărul punctului marcat de țăruiș, numai cu creion negru sau vopsea de ulei, în nici un caz cu cerneală, pastă sau creion chimic, care s-ar dizolva în caz de ploaie. Marcarea se mai poate face, în special în zonele de intravilan, și prin plăci de metal (fontă) de forma unei platforme circulare (fig. 6.6.), care are montată deasupra o calotă sferică pe care se așează mira și care sunt cunoscute sub numele de *broaște de nivelment*.

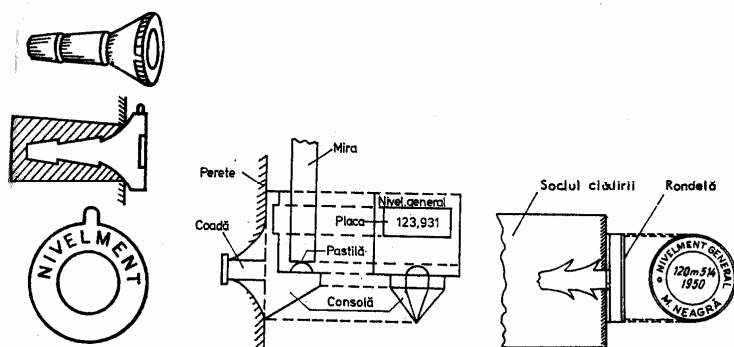


Fig. 6.3. Repere de nivelment

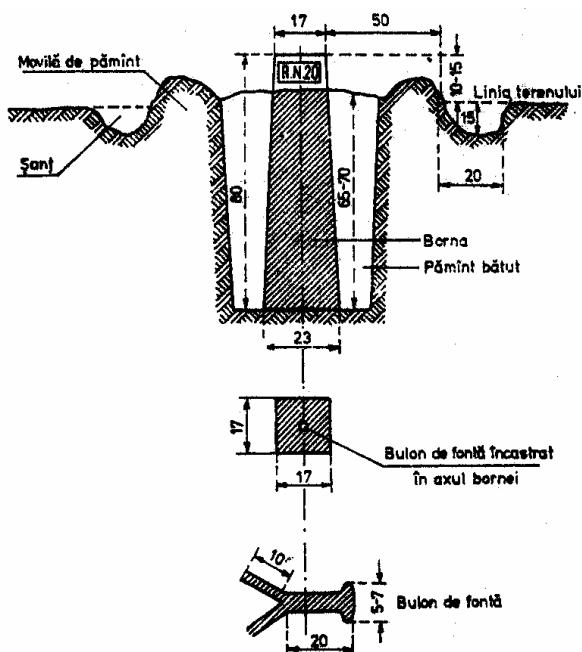


Fig. 6.4. Reper pe bornă din beton

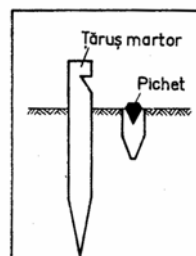


Fig. 6.5. Țaruși de nivelment

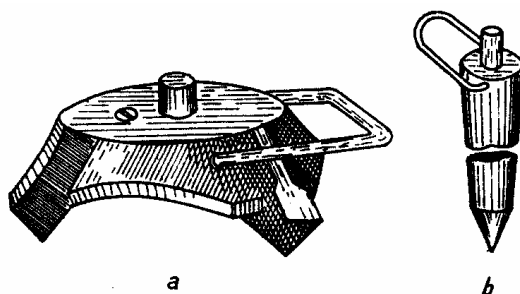


Fig. 6.6. Broaște de nivelment: a – de forma unui disc; b – de formă sferică.

Semnalizarea punctelor de nivelment se face în funcție de felul nivelmentului. Astfel, în nivelmentul geometric, semnalizarea se face cu ajutorul mirelor, în timp ce în cel trigonometric sunt folosite semnalele utilizate și în planimetrie, cum ar fi: balize, piramide etc.

După caracterul lucrărilor în care sunt utilizate, **mirele** pot fi grupate în: mire folosite în lucrări de precizie și de mare precizie, ca de exemplu mirele de invar, și mire folosite în lucrări curente.

- *Mira de invar* este o miră de construcție specială, din lemn, lungă de 3 m, cu secțiunea în formă de T. În interiorul mirei se găsește o panglică de invar cu întindere constantă. Diviziunile pe panglică sunt trasate din 5 în 5 mm, iar pe marginea de lemn a mirei sunt marcate, prin cifre, jumătățile de metru și decimetrii. Avantajul pe care-l prezintă mira de invar constă în aceea că, datorită existenței a două rânduri de diviziuni, decalate între ele printr-o cantitate constantă, se fac două citiri și deci se realizează și o verificare a citirilor.

- *Mirele de lemn* (fig. 6.7.) au o lungime de 2–4 m, mai frecvent de 4 m, și sunt formate din două bucăți unite între ele printr-o balama care permite pliarea lor în timpul transportului. Ele sunt vopsite în ulei pentru a fi rezistente la umezeală și căldură, iar fața mirei este gradată în centimetri, decimetri și metri. Pentru facilitarea citirilor pe miră, pe porțiunile de miră ce corespund unui metru, diviziunile și cifrele sunt scrise cu vopsea de culoare diferită; de exemplu, primul și al treilea metru au diviziunile și cifrele vopsite în negru, iar al doilea și al patrulea metru, în roșu. Uneori, pentru a facilita citirea, decimetrii sunt notați cu cifre arabe, iar metrii prin cifre romane.

La capete, mira de lemn este rotunjită prin monturi metalice, iar unele au montată pe spate o nivelă sferică cu ajutorul căreia se asigură verticalitatea mirei în timpul lucrului. Tot pe spate se găsește și un mâner de care se ține mira.

Valorile diviziunilor de pe miră sunt scrise invers când lunetele instrumentelor topografice dau imagini răsturnate. Când lunetele dau imaginea normală, valorile diviziunilor de pe miră sunt scrise normal.

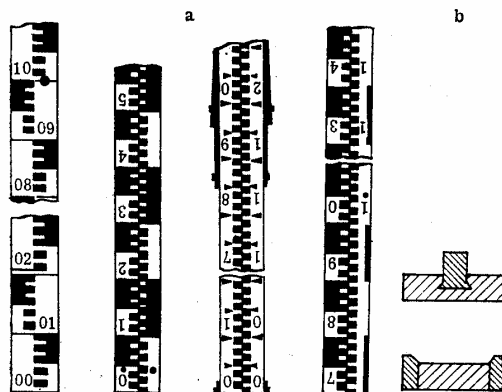


Fig. 6.7. Mire din lemn: a – tipuri de mire; b – secțiuni prin mire.

Citirile diviziunilor de pe miră se fac până la firul reticul orizontal al lunetei și se compun din patru cifre: metri, decimetri, centimetri și milimetri. Primele trei se citesc direct pe miră, iar milimetrii se aproximează de către operator.

6.4. Rețele de sprijin de nivelment

Ridicările nivelitice de detalii se realizează pe baza unei rețele de sprijin, formată din puncte de cote cunoscute, determinate în raport de reperul zero fundamental.

Această rețea de sprijin, cunoscută sub numele de *rețea de nivelment de stat*, se compune din patru ordine:

- *rețeaua de nivelment de ordinul I*, care se desfășoară sub formă de poligoane închise de-a lungul principalelor căi de comunicație, cu o lungime de 1200 – 1500 km și cu o precizie de $\pm 0,5$ mm/km;
- *rețeaua de nivelment de ordinul II*, care se prezintă tot sub formă de poligoane cu o lungime de 500-600 km și cu o precizie de $\pm 0,5$ mm $\sqrt{L}$ km;
- *rețeaua de nivelment de ordinul III*, cu o precizie de ± 10 mm $\sqrt{L}$ km;

- rețeaua de nivelment de ordinul IV, cu o precizie de $\pm 20 \text{ mm } \sqrt{L} \text{ km}$.
- Pe lângă acestea, mai există și nivelmentul tehnic sau nivelmentul de ordinul V, care se execută cu o precizie de $\pm 30 \text{ mm } \sqrt{L} \text{ km}$.

7. NIVELMENTUL GEOMETRIC

7.1. Instrumente de nivelment geometric

Acestea se pot clasifica în două mari grupe: *instrumente de nivelment fără lunetă* și *instrumente de nivelment cu lunetă*.

7.1.1. Instrumente de nivelment fără lunetă

Ele mai sunt cunoscute și sub denumirea de *instrumente simple* și din această grupă fac parte: lata și bolobocul, compasul cu fir cu plumb (fig. 7.1.), nivelul cu apă (fig. 7.2.) și nivelul cu tub de cauciuc (fig. 7.3.).

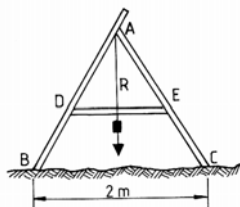


Fig. 7.1. Compasul cu fir cu plumb

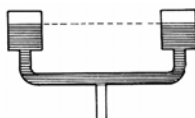


Fig. 7.2. Nivelul cu apă

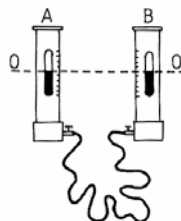


Fig. 7.3. Nivelul cu tub de cauciuc

Nivelul cu apă și cel cu tub de cauciuc sunt instrumente de nivelment simple, utilizate în nivelmentul hidrostatic.

7.1.2. Instrumente de nivelment cu lunetă

Aceste instrumente pot fi clasificate, după criterii constructive, în mai multe grupe sau tipuri, dintre care amintim, spre exemplificare, nivelul Ni 030.

Nivelul Ni 030 (fig. 7.4.) prezintă următoarele caracteristici: are o lunetă cu focusare interioară, care pe lângă firele reticule are și fire stadimetrice, iar constanta stadimetrică este egală cu 100. La lunetele construite în ultimul timp, pe lângă firul nivelor, mai sunt gravate pe placa reticulară și alte fire în formă de pană (fig. 7.5.), care permit efectuări de citiri

mai precise pe miră. Posedă un cerc orizontal cu un microscop cu scăriță ce are o precizie de 10^c ; deci, instrumentul poate fi utilizat și pentru ridicări planimetrice în terenuri orizontale. Are două nivele, una sferică pentru orizontalizarea aproximativă – care se face cu ajutorul celor trei șuruburi de calaj – și una torică, de control, la care pentru orizontalizare se acționează din șurubul 10 (fig. 7.4.); orizontalizarea este realizată când cele două jumătăți de bulă sunt puse cap la cap sau în coincidență și pot fi observate privind printr-un ocular situat în stânga lunetei.

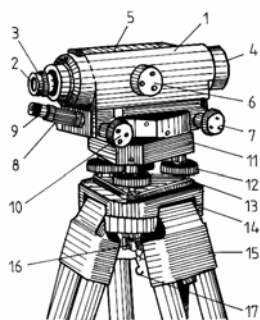


Fig. 7.4. Nivelul Ni 030: 1 – luneta; 2 – ocularul lunetei; 3 – tubul ocular; 4 – obiectivul; 5 – nivela torică fixată pe lunetă; 6 – cremaliera de focusare; 7 – șurub de mișcare fină (micrometrică) pe orizontală a lunetei; 8 – microscopul; 9 – ocularul microscopului; 10 – șurub de orizontalizare a lunetei prin intermediul nivelei torice (5); 11 – ambaza sau placa de susținere; 12 – șuruburi de calare; 13 – placa de tensiune; 14 – capul trepidului; 15 – piciorul trepidului; 16 – șurubul de prindere și fixare a nivelului de capul trepidului; 17 – cârligul firului cu plumb.

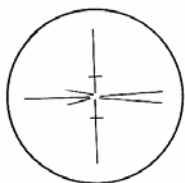


Fig. 7.5. Firele reticule în formă de pană la Ni 030

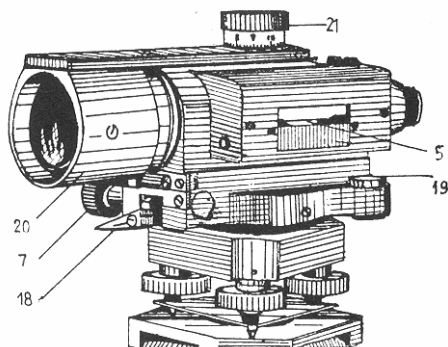


Fig. 7.6. Nivelul Ni 030 cu micrometru cu placă plan paralelă: 5 – nivela torică fixată pe lunetă; 7-șurub de mișcare micrometrică pe orizontală; 18 – clemă pentru blocarea mișcării pe orizontală (în jurul axei verticale); 19 – nivelă sferică; 20 – micrometru cu placă plan paralelă; 21 – tamburul micrometrului.

Lungimea minimă a vizei este de 1,8 m, iar cea maximă de 100 m, când se fac citiri pe miră cu o precizie de $\pm 0,5$ mm, și de 350 m pentru citiri pe miră cu o precizie de $\pm 0,5$ cm.

Precizia nivelmentului executat cu Ni 030 cu mire obișnuite este de $\pm 2-3$ mm/km de nivelment dublu și de $\pm 0,8$ mm/km când i se atașează un micrometru cu placă plan-paralelă 20 (fig. 7.6.) și citirile se fac pe mire de invar.

7.2. Procedee în nivelmentul geometric

Nivelmentul geometric sau direct oferă posibilitatea ca pe baza efectuării unor vize orizontale să se determine diferențele de nivel sau de altitudine ΔH dintre două puncte. Cu ajutorul acestor diferențe de nivel și a unei altitudini cunoscute, se pot calcula altitudinile sau cotele altor puncte.

Viza orizontală se realizează cu un instrument special numit *nivel*, iar diferențele de nivel rezultă din diferențele de citire ce se execută pe mire.

În funcție de poziția instrumentului de nivelment, față de cele două puncte, există două procedee de determinare a diferențelor de nivel și anume: *nivelmentul geometric de mijloc* și *nivelmentul geometric de capăt*.

În cazul ***nivelmentului de mijloc***, nivelul se așează între două puncte M și N, între care urmează să se determine diferența de nivel ΔH (fig. 7.7.) și în fiecare punct se așează câte o miră ținută în poziție verticală. După punerea instrumentului în stație, se execută, cu ajutorul firului reticul orizontal sau nivelor, citirea „a” pe mira ținută în punctul M (considerat de cotă cunoscută) și datorită sensului de lucru este denumită citirea „înapoi”, apoi se rotește instrumentul cu aproximativ 200° în jurul axei verticale și se face citirea „b” pe mira din punctul N, considerată „înainte”.

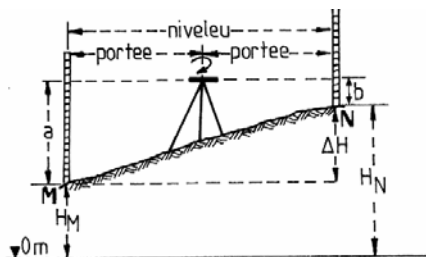


Fig. 7.7. Nivelment geometric de mijloc
(diferența de nivel pozitivă)

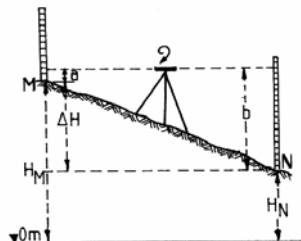


Fig. 7.8. Nivelment geometric de mijloc
(diferența de nivel negativă)

Din figura 7.7. se observă că:

$$\begin{aligned}\Delta H + b &= a; \\ \Delta H &= a - b.\end{aligned}\quad (7.1)$$

Referindu-ne la figura 7.8. rezultă:

$$\begin{aligned}\Delta H + a &= b; \\ \Delta H &= b - a,\end{aligned}\quad (7.2)$$

deci:

$$\begin{aligned}a > b &= +\Delta H; \\ a < b &= -\Delta H.\end{aligned}\quad (7.3)$$

În primul caz, altitudinea punctului N va fi:

$$H_N = H_M + \Delta H, \quad (7.4)$$

iar în al doilea caz va fi:

$$H_N = H_M - \Delta H, \quad (7.5)$$

sau generalizând:

$$H_n = H_{(n-1)} \pm \Delta H_{(n-1)-n}. \quad (7.6)$$

Când se execută nivelmentul de capăt, instrumentul se așează în punctul A de cotă cunoscută (fig. 7.9.) și citirea se execută pe mira din punctul B.

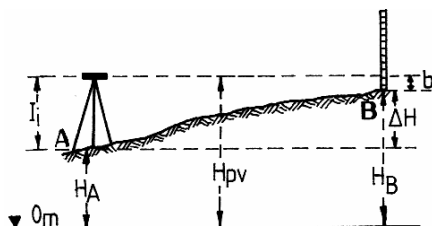


Fig. 7.9. Nivelment geometric de capăt

Se măsoară cu o ruletă sau miră înălțimea I_i a instrumentului (distanța pe verticală de la sol până la axa de vizare a lunetei). Din figura 7.9. rezultă:

$$\begin{aligned}\Delta H + b &= I_i; \\ \Delta H &= I_i - b.\end{aligned}\quad (7.7)$$

Pornind de la altitudinea punctului A, se poate calcula și altitudinea punctului B:

$$\begin{aligned}H_A + I_i &= H_{pv}; \\ H_B &= H_{pv} - b.\end{aligned}\quad (7.8)$$

Acest procedeu cunoscut prin înălțimea planului de vizare sau orizontul instrumentului este mai puțin precis decât nivelmentul de mijloc.

7.3. Metode în nivelmentul geometric

În nivelmentul geometric utilizarea unei metode sau alteia depinde de mărimea și forma suprafeței pe care se execută măsurătorile. Astfel, în funcție de mărime, se pot deosebi: *metoda drumuirii*, *metoda radierii*, *combinata* între aceste două, iar în funcție de formă, *metoda profilelor*, *metoda pătraterelor*.

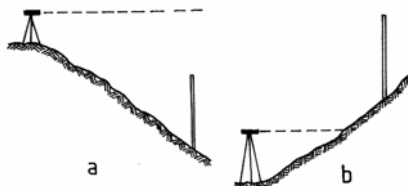
7.3.1. Metoda drumuirii

Drumuirea de nivelment geometric are ca scop, pe de o parte, să asigure o rețea de puncte de cote cunoscute, iar pe de altă parte să îndesească această rețea. De asemenea, după modul în care se desfășoară, poate fi: drumuire sprijinită pe puncte de cote cunoscute (sau drumuire principală) și drumuire care se închide pe punctul de plecare (sau drumuire în circuit închis).

În executarea unei drumuiri de nivelment geometric este necesar să se respecte anumite condiții și anume:

- lungimea optimă a unui niveleu (distanța dintre două puncte) să fie de 150 m;
- nivelul să se așeze pe cât posibil la jumătatea niveleului pentru că astfel se elimină influența curburii Pământului și a refracției atmosferice, precum și unele erori instrumentale;
- lungimea niveleurilor trebuie să fie aleasă astfel încât vizele să nu treacă pe deasupra mirei și să nu „dea” în pământ (fig. 7.10.);
- se recomandă ca citirile să se facă atât la firul nivelor al lunetei, cât și la firele stadimetrice pentru verificare (la instrumentele de tipul Ni 030, media acestor citiri trebuie să fie egală cu citirea pe firul nivelor);
- drumuirea de nivelment geometric să se desfășoare pe terenuri stabile;
- viza să nu fie mai coborâtă de 0,3 m față de suprafața topografică;
- mirele să fie ținute în poziție verticală;
- în timp cu soare, instrumentul trebuie protejat cu o umbrelă topografică.

Fig. 7.10. Vize necorespunzătoare: a – viză deasupra mirei; b – viză „în pământ”.



7.3.1.1. Metoda drumuirii sprijinită pe două puncte de cote cunoscute

Pentru a determina altitudinile punctelor 1, 2 și 3 situate între punctele A și B de cote cunoscute H_A și H_B (fig. 7.11.) se procedează astfel:

⇒ se începe din unul din punctele de cotă cunoscută, să presupunem din A. În punctele A și 1 se așează câte o miră, iar la aproximativ jumătatea distanței dintre ele se instalează nivelul, care se orizontalizează. După ce s-a orizontalizat se vizează spre mira din A și se execută citirea „ a_1 ” (care în raport cu sensul lucrărilor de la A spre B este considerată „înapoi”), apoi acesta se rotește în jurul axei verticale cu aproximativ 200° și se vizează spre mira din B, executând citirea „ b_1 ” considerată „înainte”;

⇒ apoi, mira din punctul A se mută în punctul 2, nivelul se mută între punctele 1 și 2 (aproximativ la jumătatea distanței), iar mira din punctul 1 se rotește cu aproximativ 200° , încât să fie cu fața gradată spre nivel. După orizontalizarea nivelului, se fac citiri, mai întâi pe mira din punctul 1, înregistrându-se „ a_2 ”, apoi pe mira din punctul 2, unde se înregistrează „ b_2 ”;

⇒ după aceasta, mira din punctul 2 se întoarce, de asemenea, cu aproximativ 200° , iar mira din punctul 1 se mută în punctul 3. Din această stație, se execută în aceeași ordine citirile „ a_3 ” și „ b_3 ”;

⇒ în sfârșit, din ultima stație, după ce mira din punctul 2 trece în punctul B, iar cea din punctul 3 se întoarce cu fața gradată spre nivelul mutat aproximativ la jumătatea distanței dintre punctele 3 și B, se execută citirile „ a_4 ” și „ b_4 ”.

Toate aceste citiri se înscriu într-un carnet de teren.

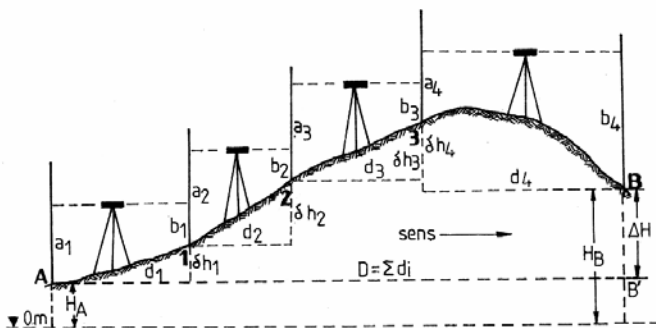


Fig. 7.11. Metoda drumuirii de nivelment geometric sprijinită pe două puncte de cote cunoscute

Din figura 7.11. rezultă:

$$\begin{aligned} \delta h_1 &= a_1 - b_1; & \delta h_3 &= a_3 - b_3; \\ \delta h_2 &= a_2 - b_2; & \delta h_4 &= b_4 - a_4. \end{aligned} \quad (7.9)$$

Din relațiile (7.9) rezultă:

$$\sum \delta h_i = \sum a - \sum b, \quad (7.10)$$

adică suma diferențelor de nivel este egală cu suma citirilor „înapoi”, minus suma citirilor „înainte”.

Cunoscând δh dintre punctele de drumuire, se trece la calculul altitudinilor provizorii ale acestora, utilizând relația (7.6):

$$\begin{aligned} H_1 &= H_A + \delta h_1; & H_3 &= H_2 + \delta h_3; \\ H_2 &= H_1 + \delta h_2; & H_B &= H_3 - \delta h_4; \end{aligned} \quad (7.11)$$

Din cauza erorilor inevitabile din timpul măsurătorilor, calculele sunt afectate de erori și trebuie compensate, deci trebuie calculată corecția C_h pornind de la relația:

$$H_B - H_A = \Delta H = \sum \delta h_i = \sum a - \sum b,$$

însă:

$$\Delta H = \sum \delta h_i + C_h \quad (7.12)$$

de unde:

$$C_h = \Delta H - \sum \delta h_i.$$

Dacă $C_h \leq T_h$ se face repartizarea corecției C_h . Pentru nivelulmentul tehnic:

$$T_h = \pm 30 \text{ mm } \sqrt{D}, \quad (7.13)$$

în care D reprezintă lungimea drumuirii în km.

Trebuie calculat un coeficient K_h :

$$K_h = \frac{C_h}{D}, \quad (7.14)$$

iar corecția c_h pentru fiecare δh va fi:

$$\begin{aligned} c_{h1} &= K_h \cdot d_1; \\ c_{h2} &= K_h (d_1 + d_2); \\ c_{hi} &= K_h (\sum d_i). \end{aligned} \quad (7.15)$$

Dacă lungimile niveleurilor sunt egale, corecția „ C_h ” se calculează după relația:

$$C_h = \frac{e_h}{n},$$

în care: n este numărul laturilor și e_h este eroarea de neînchidere a drumuirii de nivelment.

Aceste corecții C_h se aplică fiecărei δh eronate, rezultând $\delta h'$ (diferența de nivel corectată):

$$\begin{aligned} \delta h_1' &= \delta h_1 + c_{h1}; \\ \delta h_2' &= \delta h_1 + c_{h2}; \\ \delta h_n' &= \delta h_1 + c_{hn}. \end{aligned} \quad (7.16)$$

Calculul altitudinilor corectate ale punctelor de drumuire:

$$\begin{aligned}
 H_1 &= H_A + \delta h_1'; \\
 H_2 &= H_1 + \delta h_2'; \\
 H_3 &= H_2 + \delta h_3'; \\
 H_B &= H_3 - \delta h_4'.
 \end{aligned}
 \tag{7.17}$$

În urma acestor operații, trebuie ca H_B rezultat din calcule să fie egal cu H_B cunoscut dinainte.

7.3.1.2. Metoda drumuirii în circuit închis

Aceasta se aplică în cazul în care în regiune există un singur reper sau lipsesc reperele de nivelment. În acest al doilea caz se acordă unui punct oarecare o altitudine convențională (acest punct va constitui punctul de plecare și respectiv cel de sosire).

Executarea lucrărilor se desfășoară în același mod ca și la drumuirea sprijinită pe două puncte de cote cunoscute.

Deoarece punctul de sosire se confundă cu cel de plecare:

$$H_A - H_A = \Delta H = \sum \delta h_i = 0. \tag{7.18}$$

Din cauza erorilor ce se produc:

$$\begin{aligned}
 \sum \delta h_i + C_h &= 0; \\
 C_h &= -\sum \delta h_i.
 \end{aligned}
 \tag{7.19}$$

Repartiția corecției „ C_h ” și calculul altitudinilor punctelor se face la fel ca la drumuirea sprijinită pe puncte de cote cunoscute.

7.3.2. Metoda radierii

Ca și în planimetrie, radierea de nivelment geometric are ca scop să determine altitudinile unor puncte de detalii. În principiu, metoda constă în efectuarea unor vize sub formă de raze, dintr-un punct de stație, a cărei altitudine poate fi cunoscută sau nu.

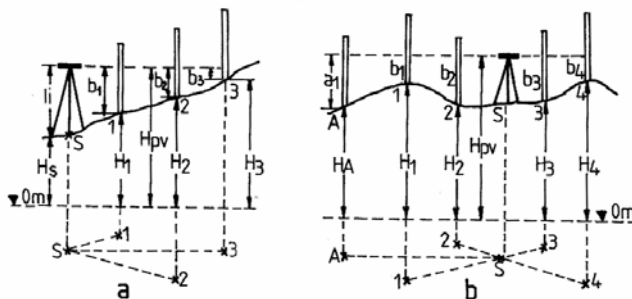


Fig. 7.12. Metoda radierii: a – cu punct de stație de cotă cunoscută;
b – cu punct de stație de cotă necunoscută.

În primul caz (fig. 7.12., a) se execută un *nivelment de capăt*. Deci, trebuie să se măsoare înălțimea instrumentului care, adăugată la altitudinea punctului de stație, dă *înălțimea de vizare* (H_{pv}):

$$H_{pv} = H_s + I_i$$

Din punctul de stație S se execută citiri pe miră în punctele 1, 2, 3, 4 etc. Altitudinile acestor puncte în funcție de H_{pv} vor fi:

$$\begin{aligned} H_1 &= H_{pv} - b_1; \\ H_2 &= H_{pv} - b_2; \\ H_3 &= H_{pv} - b_3; \\ H_4 &= H_{pv} - b_4. \end{aligned} \quad (7.20)$$

Aplicarea acestei variante a metodei radierii prezintă avantaj prin reducerea timpului de lucru.

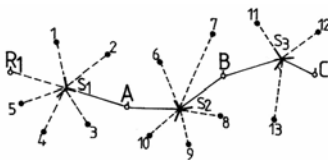
În cazul în care punctul de stație nu are altitudinea cunoscută, va trebui ca prima viză și citirea să se facă spre un punct de cotă cunoscută (fig. 7.12., b), executându-se un *nivelment de mijloc*. Apoi, vizele și citirile se execută spre toate punctele ale căror altitudini trebuie cunoscute. Și în acest caz se recomandă ca determinările de altitudini să se facă tot prin *înălțimea de vizare* (H_{pv}):

$$\begin{aligned} H_{pv} &= H_A + a_1; \\ H_1 &= H_{pv} - b_1; \\ H_2 &= H_{pv} - b_2; \\ H_n &= H_{pv} - b_n. \end{aligned} \quad (7.21)$$

7.3.3. Metoda drumuirii combinată cu metoda radierii

Este metoda cea mai întrebuințată în nivelmentul geometric datorită randamentului sporit. În mod practic, din punctele de stație de unde se fac citiri pe mirele ținute în punctele de drumuire, se fac și citiri pe punctele de radiere (fig. 7.13.).

Fig. 7.13. Metoda drumuirii combinată cu metoda radierii



Ordinea executării vizelor este următoarea: din stația S_1 se vizează mai întâi mira din punctul R_1 (ca punct de legătură și de cotă cunoscută), deci viză „înapoi”, apoi pe mira din punctul A (viză „înainte”). În continuare, se vizează mirele din punctele de radiere 1, 2, 3, 4, 5, iar citirile se trec în coloana „citiri intermediare” din carnetul de teren. Din stația S_2 se vizează spre punctul A, apoi spre punctul B și, succesiv, spre punctele 6, 7, 8, 9, 10 ș.a.m.d.

În acest caz, calculul altitudinilor se face fie prin altitudinea planului de vizare, fie prin diferențele de nivel.

7.3.4. Metoda profilelor

Se aplică în cazul nivelmentului suprafețelor cu contur alungit. Profilele pot fi de două feluri: *longitudinale* și *transversale*. Cele longitudinale se execută de-a lungul anumitor trasee, iar cele transversale le pot intersecta pe primele. Tot profil transversal este și nivelmentul ce se execută peste albia unui râu.

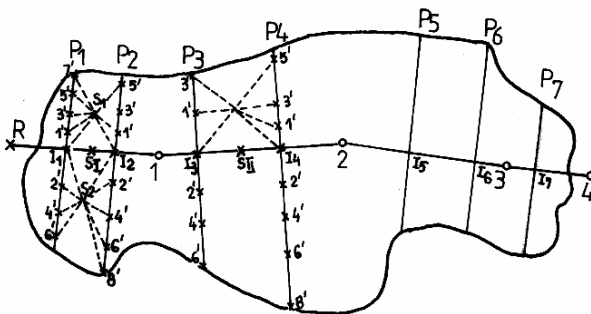


Fig. 7.14. Metoda profilelor

În executarea nivelmentului prin metoda profilelor, este necesară recunoașterea terenului în vederea alegerii și pichetării punctelor caracteristice ale reliefului, care sunt puncte de schimbare de pantă.

Presupunând suprafața din figura 7.14., se alege profilul longitudinal ce se desfășoară între punctele R–1–2–3–4. Pe acest teren se pichetează (se marchează) punctele de schimbare de pantă I_1, I_2, I_3 etc., prin care se vor trasa profilele transversale P_1, P_2, P_3 etc. și pe aceste profile se aleg punctele de schimbare de pantă $1', 2', 3, 4'$ etc.

Efectuarea operațiilor de teren constă în următoarele: mai întâi se execută din stația S_I viza spre reperul R și punctul 1, apoi pe mirele ținute pe punctele intermediare I_1 și I_2 . În continuare, se face stație în punctul S_{II} , de unde se vizează spre punctele 1 și 2, apoi spre punctele I_3 și I_4 ș.a.m.d.

Pentru punctele situate pe profilele transversale, stația S_I se face între două profile apropiate, de exemplu P_1 și P_2 . Vizarea începe de la un punct intermediar, de exemplu I_1 , considerat punct de cotă cunoscută, și prin radiere se execută vize spre punctele de pe profilul P_1 și P_2 , ultima viză făcându-se pe mira din punctul intermediar I_2 , de asemenea de cotă cunoscută, pentru verificare. La fel se procedează și pentru punctele situate de cealaltă parte a profilului longitudinal sau axial, ca și pentru restul punctelor.

Metoda profilelor își găsește aplicații și în executarea nivelmentului transversal al albiei unui râu, în determinarea adâncimilor unui lac etc.

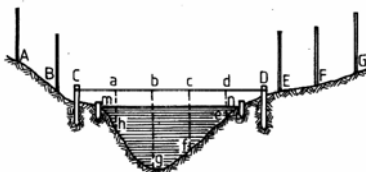
7.3.4.1. Nivelmentul transversal al albiei unui râu

Se execută în general în scopuri hidrotehnice sau în scopuri științifice (cum ar fi, de exemplu, calcularea grosimii aluviunilor prin nivelment repetat; variația apei etc.).

Pentru aceasta se bat doi țărui C și D (fig. 7.15.), mai lungi, pe ambele maluri, de care se leagă un cablu de sârmă în lungul căruia se face deplasarea cu o barcă. Între alți doi țărui (m și n) se leagă un alt cablu sau o sfoară care să fie divizată, cu ajutorul unor flotori din lemn sau din material plastic, în părți egale de 1, 2, 3, 4, 5, 10 m etc., în funcție de lățimea apei, și care se întinde pe suprafața apei.

Adâncimea punctelor de pe fundul văii se măsoară fie cu o miră, cu un baston de sondaj divizat în decimetri și vopsit alternativ cu roșu și alb, fie pentru adâncimi mai mari, cu o sondă, compusă de obicei dintr-un cablu de sârmă cu $\varnothing 2-5$ mm, divizat în metri și decimetri și o greutate.

Fig. 7.15. Nivelment transversal al albiei unui râu



În cazul nivelmentului transversal al albiei unui râu a cărui lățime este mai mare de 150–200 m și deci nu se mai poate întinde un cablu, determinarea poziției planimetrice a punctelor în care se execută măsurătorile de adâncime se face cu ajutorul sextantului (fig. 7.16.).

În prelungirea direcției profilului P, se fixează în punctele A și B câte un jalon și perpendicular pe acestea în punctul C alt jalon (fig. 7.17.).

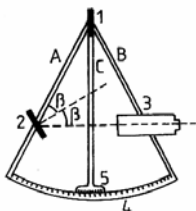


Fig. 7.16. Sextantul: A, B – bare fixe; C – bară mobilă; 1 și 2 – oglinzi; 3 – lunetă; 4 – arc de cerc gradat; 5 – vernier pentru citirea unghiurilor pe arc de cerc (4).

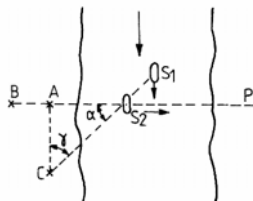


Fig. 7.17. Nivelment transversal al unui râu cu ajutorul sextantului

Operatorul se instalează într-o barcă ce se deplasează pe direcția profilului. Când ajunge în punctul în care vrea să determine adâncimea, privește prin luneta sextantului, deplasându-se până în momentul în care se văd cele două jaloane din punctele A și B în prelungire; în acest moment se găsește pe direcția profilului P și măsoară unghiul α pe sextant.

Poziția punctului S unde s-a efectuat sondajul se determină din triunghiul ACS:

$$AS = \frac{AC}{\operatorname{tg} \alpha} = AC \operatorname{ctg} \alpha . \tag{7.22}$$

Dacă se notează distanțele dintre puncte cu X și adâncimile cu Y, se pot raporta aceste puncte pe o hârtie milimetrică, obținându-se astfel secțiunea vie a albiei râului (fig. 7.18).

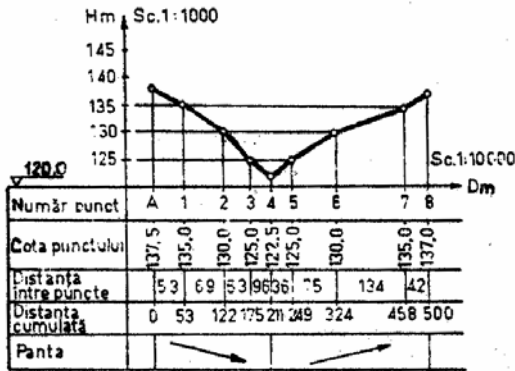
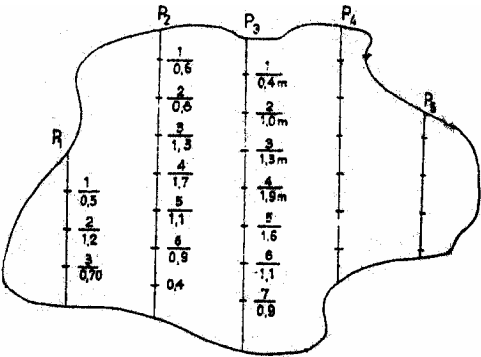


Fig. 7.18. Raportarea profilului transversal al unui râu pe hârtie milimetrică

Fig. 7.19. Schiță de teren pentru batimetria unui lac



7.3.4.2. Batimetria unui lac

Problema constă în trasarea de profile longitudinale și transversale alese astfel încât să acopere suprafața lacului cu o densitate suficientă de puncte, cărora li se măsoară adâncimile. Se întocmește o schiță de teren cu profilele alese (fig. 7.19.) și pentru fiecare profil se notează într-un carnet de lucru distanțele cumulate de la mal până la punctele în care se fac măsurătorile, precum și adâncimea.

Pe baza acestor adâncimi trecute pe schiță lângă fiecare punct, se pot trasa curbele batimetrice, obținându-se deci relieful fundului lacului respectiv.

7.3.5. Metoda pătratelor

Este utilizată pentru suprafețe cu pantă redusă, iar lungimea laturilor diferă în funcție de mărimea terenului și de scara planului. Pentru suprafețe mici (până la 2–3 ha), laturile pot avea lungimi de 5, 10, 20, 50 m, iar pentru suprafețe mai mari de 2–3 ha, laturile pot fi între 50 și 200 m.

Suprafața din figura 7.20. ce urmează a fi nivelată se acoperă cu o rețea de pătrate ale căror colțuri se numerează, astfel încât poziția fiecărui colț să fie determinată printr-o cifră și o literă, de exemplu 3D.

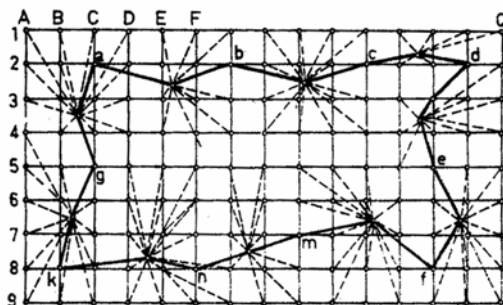


Fig. 7.20. Metoda pătratelor pentru nivelmentul suprafețelor

Pentru determinarea altitudinilor colțurilor pătratelor se poate folosi fie metoda radierii, fie metoda drumuirii închisă pe punctul de plecare, fie o metodă combinată între aceste două.

7.3.6. Controlul nivelmentului geometric

Se recomandă pentru a se evita greșelile și pentru a se obține rezultate cât mai precise. Pentru aceasta va trebui ca:

1. Permanent instrumentul să fie așezat la mijlocul niveleului, deoarece se micșorează efectul erorilor instrumentale și al curburii Pământului și refracției atmosferice.
2. Mirele să fie ținute în poziție verticală, iar punctele pe care se sprijină să fie stabile.
3. Citirile pe miră la firul nivelor să fie controlate prin citiri și la firele stadimetrice, media acestora trebuind să fie egală cu citirea la firul nivelor.
4. Să se execute nivelment cu două instrumente și cu doi operatori pe același traseu.
5. Să se execute nivelment cu dublu orizont de către un singur operator, cu un singur instrument, prin schimbarea altitudinii planului de vizare.
6. Să se efectueze nivelment dus și întors pe același traseu de către un singur operator cu un singur instrument.

Observație

Întrucât calculele se fac ușor, se recomandă să fie rezolvate pe teren; mai mult, să nu se plece dintr-o stație până nu se face verificarea lor.

8. NIVELMENTUL TRIGONOMETRIC

8.1. Generalități

În nivelmentul trigonometric, diferențele de nivel se calculează *pe baza relațiilor dintr-un triunghi dreptunghic*, deci se obțin indirect. Astfel, din triunghiul din figura 8.1. rezultă:

$$\Delta H = D \operatorname{tg} \alpha = D \operatorname{ctg} Z = L \sin \alpha. \quad (8.1)$$

Deci, altitudinea punctului B în funcție de altitudinea cunoscută a punctului A va fi:

$$H_B = H_A + \Delta H. \quad (8.2)$$

Unghiurile α și Z se măsoară pe cercul vertical al teodolitului sau tahimetrului dus și întors, α fiind unghiul vertical, iar Z unghiul zenital.

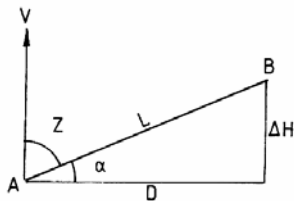


Fig. 8.1. Principiul nivelmentului trigonometric

Distanțele se măsoară fie direct, fie indirect, adică stadimetric, sau se calculează din coordonatele X și Y ale punctelor, dacă se cunosc.

În funcție de distanța dintre puncte se deosebesc: un nivelment trigonometric la distanțe mici și altul la distanțe mari.

8.2. Nivelmentul trigonometric la distanțe mici

Are două variante, și anume: când $D < 200$ m și $200 \text{ m} < D < 400$ m.

Când **$D < 200$ m** (fig. 8.2.) viza pentru măsurarea unghiului vertical α se face pe jalon sau miră la înălțimea instrumentului (I_i) și diferența de nivel poate fi pozitivă sau negativă.

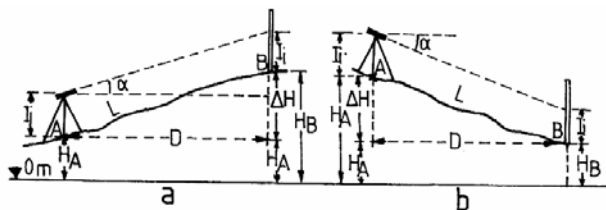


Fig. 8.2. Nivelment trigonometric când $D < 200$ m:

a – diferență de nivel pozitivă; b – diferență de nivel negativă

Când diferența de nivel ΔH este *pozitivă* (fig. 8.2., a):

$$\begin{aligned} H_B &= H_A + \Delta H; \\ \Delta H &= D \operatorname{tg} \alpha = D \operatorname{ctg} Z = L \sin \alpha; \\ H_B &= H_A + D \operatorname{tg} \alpha; \\ H_B &= H_A + D \operatorname{ctg} Z; \\ H_B &= H_A + L \sin \alpha. \end{aligned} \quad (8.3)$$

Când diferența de nivel ΔH este *negativă* (fig. 8.2., b):

$$\begin{aligned} H_B &= H_A - \Delta H; \\ H_B &= H_A - D \operatorname{tg} \alpha; \\ H_B &= H_A - D \operatorname{ctg} Z; \\ H_B &= H_A - L \sin \alpha. \end{aligned} \quad (8.4)$$

Deci, generalizând:

$$\begin{aligned} H_n &= H_{(n-1)} \pm D \operatorname{tg} \alpha; \\ H_n &= H_{(n-1)} \pm D \operatorname{ctg} Z; \\ H_n &= H_{(n-1)} \pm L \sin \alpha. \end{aligned} \quad (8.5)$$

Când **$200 \text{ m} < D < 400$ m** (fig. 8.3.) viza pentru măsurarea unghiului vertical α se face la înălțimea semnalului (I_s).

Când diferența de nivel ΔH este *pozitivă* (fig. 8.3., a) rezultă:

$$\begin{aligned}\Delta H + I_s &= D \operatorname{tg} \alpha + I_i; \\ \Delta H &= D \operatorname{tg} \alpha + I_i - I_s; \\ H_B &= H_A + \Delta H; \\ H_B &= H_A + D \operatorname{tg} \alpha + I_i - I_s.\end{aligned}\quad (8.6)$$

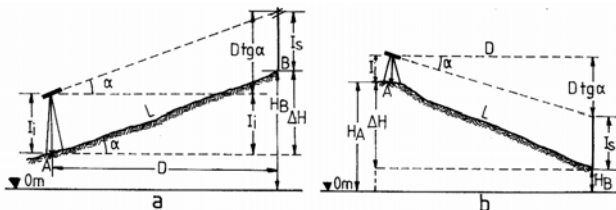


Fig. 8.3. Nivelment trigonometric când $200 \text{ m} < D < 400 \text{ m}$:
a – diferență de nivel pozitivă; b – diferență de nivel negativă.

Dacă diferența de nivel ΔH este *negativă* (fig. 8.3., b), rezultă:

$$\begin{aligned}\Delta H + I_i &= D \operatorname{tg} \alpha + I_s; \\ \Delta H &= D \operatorname{tg} \alpha + I_s - I_i; \\ H_B &= H_A - \Delta H; \\ H_B &= H_A - D \operatorname{tg} \alpha + I_i - I_s.\end{aligned}\quad (8.7)$$

Generalizând relațiile (8.6) și (8.7) se va obține:

$$\begin{aligned}H_B &= H_A \pm \Delta H; \\ H_B &= H_A \pm D \operatorname{tg} \alpha + I_i - I_s\end{aligned}\quad (8.8)$$

Sau

$$H_B = H_A \pm D \operatorname{ctg} Z + I_i - I_s. \quad (8.9)$$

Unghiurile verticale α și Z trebuie măsurate cu foarte multă atenție în ambele sensuri și de la A la B, și de la B la A, iar distanțele se măsoară stadimetric.

8.3. Nivelmentul trigonometric la distanțe mari ($D > 400 \text{ m}$)

Mai este numit și *nivelment geodezic*, deoarece se utilizează pentru determinarea cotelor punctelor geodezice în terenuri accidentate; se poate executa pe distanțe foarte mari, de ordinul kilometrilor. Distanța se calculează din coordonatele rectangulare X și Y ale punctelor între care se execută nivelmentul trigonometric.

Deoarece în cazul distanțelor mari, în nivelment intervine și corecția de

curbură și refracție $C = \frac{D^2}{2R}(1 - K)$, trebuie să se țină seama de ea și

formulele de calcul devin:

$$H_B = H_A \pm D \operatorname{tg} \alpha + I_i - I_s + \frac{D^2}{2R} (1 - K); \quad (8.10)$$

$$H_B = H_A \pm D \operatorname{ctg} Z + I_i - I_s + \frac{D^2}{2R} (1 - K).$$

8.4. Metodele nivelmentului trigonometric

8.4.1. Metoda drumuirii

Metoda drumuirii de nivelment trigonometric se execută de obicei odată cu drumuirea planimetrică și poate fi *sprijinită pe două puncte de cote cunoscute* sau *închisă pe punctul de plecare*. În timpul lucrărilor se acordă atenție deosebită măsurării unghiului vertical sau zenital și se notează înălțimea instrumentului.

Astfel, pentru măsurarea unghiului α , după ce s-a vizat la înălțimea instrumentului se aduce între repere bula nivelei cercului vertical și apoi se face citirea.

Calculul și compensarea unei drumuirii de nivelment trigonometric sprijinită pe două puncte de cote cunoscute A și B sunt exemplificate în tabelul 8.I. Din datele cuprinse în acest tabel rezultă:

$$\Sigma \delta h (+) = +11,68 \text{ m}; \Sigma \delta h (-) = -11,99 \text{ m};$$

$$\Delta H_{A-B} = H_B - H_A = 136,20 - 136,59 = -0,39 \text{ m}.$$

Eroarea de neînchidere $e_h = \Sigma \delta h - \Delta H = -0,31 \text{ m} + 0,39 \text{ m} = +0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$, iar corecția $C_h = -8 \text{ cm}$, care trebuie să fie $\leq$ decât toleranța T_h .

Tabelul 8.I

Punct stație	Punct vizat	Unghi vertical	Distanța înclinată măsurată cu panglica (m)	Diferența de nivel		Cote	Nr. pct.
				$\Delta H = L \sin \alpha$			
				Provi-zorii	Compen-sate		
A	201	$-3^{\circ}47^c$	101,47	$-5,53^{-2}$	-5,55	136,59 131,04	A 201
201	202	$+2^{\circ}69^c$	97,64	$+4,12^{-2}$	+4,10	135,14	202
202	203	$+4^{\circ}21^c$	114,36	$+7,56^{-2}$	+7,54	142,68	203
203	204	$-3^{\circ}87^c$	78,94	$-4,80^{-1}$	-4,81	137,87	204
204	B	$-1^{\circ}20^c$	81,86	$-1,66^{-1}$	-1,67	136,20	B
			474,27				

(După N. Cristescu și colab., 1980)

Deoarece $T_h = \pm 20 \text{ cm} \sqrt{D} / \text{km}$ și $C_h < T_h$, se face repartitia corecției astfel: la diferențele de nivel provizorii ale punctelor 201, 202 și 203 (coloana 5), se aplică o corecție de -2 cm , iar celorlalte două, câte o corecție de -1 cm .

În continuare se calculează altitudinile corectate ale punctelor 201, 202, 203 și 204.

În cazul drumirii închise pe punctul de plecare, atât măsurătorile, cât și calculele se fac la fel ca la drumirea sprijinită pe două puncte, dar:

$$\begin{aligned} \sum \delta h_i &= 0; \\ e &= -\sum \delta h_i. \end{aligned} \quad (8.11)$$

8.4.2. Metoda radierii

Metoda radierii de nivelment trigonometric se poate aplica independent, dar cel mai frecvent în combinație cu metoda drumirii și în principiu se aseamănă cu radierea planimetrică. Se folosește pentru determinarea altitudinilor punctelor de detalii. Unghiurile α și distanțele se măsoară o singură dată.

În mod frecvent, în practică se utilizează combinata dintre metoda drumirii și metoda radierii, recomandată pentru rapiditatea lucrărilor.

C. RIDICĂRI SPECIALE

9. RIDICĂRI TAHIMETRICE

9.1. Generalități

Acest gen de lucrări, a căror denumire exprimă specificul lor (*taheos* – rapid; *metron* – măsurătoare), utilizează ca instrumente *tahimetrul* – care nu este altceva decât un teodolit cu lunetă cu fire stadimetrice – precum și *mira* sau *stadia*, din care cauză mai sunt numite și **ridicări stadimetrice**.

Distanțele se măsoară *indirect*, pe cale optică sau stadimetrică, iar diferențele de nivel se determină prin *nivelment trigonometric*. Elementul căruia trebuie să i se acorde atenție deosebită este unghiul vertical α , care este necesar atât pentru calculul distanțelor reduse la orizont, cât și pentru calculul trigonometric al diferențelor de nivel ΔH .

Rezultatul ridicărilor tahimetrice este un *plan topografic complet*, pe care este reprezentată atât planimetria, cât și altimetria.

Tahimetria este de două feluri: *cu mire verticale* și *cu mire orizontale*.

9.2. Tahimetria cu mire verticale

Tahimetria cu mire verticale prezintă *două variante*: prima, când distanța se găsește în plan orizontal și mira este ținută perpendicular pe viză, și a doua, când distanța este înclinată (fig. 9.1.). Determinarea distanțelor înclinate se bazează pe formulele tahimetriei pe terenuri orizontale.

Referindu-ne la figura 9.1., se va considera mira ținută în poziția M și rezultă:

$$\begin{aligned} L &= K_1 H + K_2; \\ L &= K_1 H. \end{aligned} \quad (9.1)$$

Deoarece pe planuri și hărți se reprezintă numai proiecțiile orizontale ale distanțelor înclinate, interesează deci distanța D:

$$D = L \cos \alpha, \quad (9.2)$$

de unde:

$$\begin{aligned} D &= K_1 H \cos \alpha + K_2 \cos \alpha; \\ D &= K_1 H \cos \alpha. \end{aligned} \quad (9.3)$$

Întrucât mira din poziția M nu este verticală, urmează să se determine relațiile de calculul distanțelor pentru mira ținută în poziția M'. Se consideră că razele care pornesc din focarul anterior al obiectivului lunetei și trec prin firele stadimetrice și firul reticul orizontal sunt paralele (fig. 9.2.). Astfel, din figura 9.2. rezultă că:

$$\frac{H}{2} = \frac{H'}{2} \cos \alpha \quad (9.4)$$

și deci și $H = H' \cos \alpha$.

Înlocuind în relația (9.3) pe H cu $H' \cos \alpha$, va rezulta:

$$\begin{aligned} D &= K_1 H' \cos^2 \alpha + K_2 \cos \alpha; \\ D &= K_1 H \cos^2 \alpha. \end{aligned} \quad (9.5)$$

Diferența de nivel ΔH dintre cele două puncte A și B se determină pe baza relației (8.1), deci $\Delta H = L \sin \alpha$.

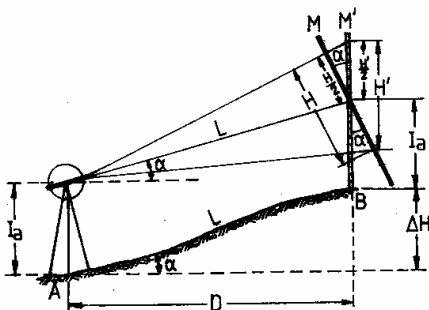


Fig. 9.1. Tahimetrie cu mire verticale în cazul distanțelor înclinate: I_i – înălțimea aparatului; ΔH – diferența de nivel; M – mira în poziție verticală; H – numărul generator citit pe mira M; H' – număr generator citit pe mira M'; L – distanța înclinată; α – unghiul de pantă între punctele A și B; D – distanța redusă la orizont.

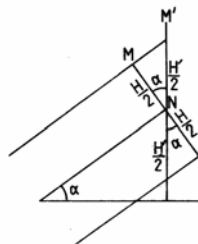


Fig. 9.2.

În cazul mirei ținută perpendicular pe raza de vizare:

$$\begin{aligned} \Delta H &= K_1 H \sin \alpha + K_2 \sin \alpha; \\ \Delta H &= K_1 H \sin \alpha. \end{aligned} \quad (9.6)$$

Pentru mira ținută vertical:

$$\begin{aligned} \Delta H &= K_1 H' \sin \alpha \cos \alpha + K_2 \sin \alpha; \\ \Delta H &= K_1 H' \sin \alpha \cos \alpha. \end{aligned} \quad (9.7)$$

În practica curentă se folosesc tahimetre cu lunete analactice și cel mai adesea cu $K_1 = 100$, iar relațiile pentru determinarea distanței D și a diferenței de nivel în tahimetria cu mire verticale vor fi:

$$\begin{aligned} D &= 100 H' \cos^2 \alpha; \\ \Delta H &= 100 H' \sin \alpha \cos \alpha. \end{aligned} \quad (9.8)$$

Observație

În ridicările tahimetrice cu mire verticale, viza pe miră cu firul reticul orizontal se face la înălțimea instrumentului, se citesc diviziunile de pe miră la firele stadimetrice și se măsoară unghiul de pantă α pe cercul vertical.

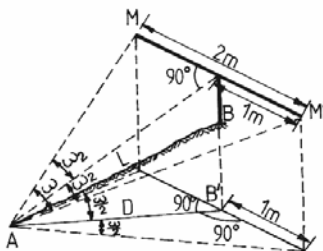
9.3. Tahimetria cu mire orizontale

Numită și *tahimetrie paralactică*, aceasta se execută cu tahimetre a căror lunetă are fire stadimetrice verticale și cu mire orizontale. Principiul tahimetriei paralactice rezultă din figura 9.3., în care:

$$D = ctg \frac{\omega}{2} \quad (9.9)$$

Din relația (9.9) se deduce că prin tahimetria paralactică distanțele se determină direct în valoarea orizontală.

Fig. 9.3. Principiul tahimetriei paralactice: L – distanța înclinată; D – distanța redusă la orizont; ω – unghiul de parallaxă; MM' – mira orizontală lungă de 2 m.



9.4. Metode de ridicări tahimetrice

Ridicările tahimetrice se execută prin drumuiri cu radieri, care se aseamănă cu aceleași metode din ridicările planimetrice, cu precizarea că în tahimetrie distanțele se măsoară indirect sau pe cale optică. La alegerea punctelor de drumuire trebuie avut în vedere ca acestea să fie în apropierea a cât mai multor puncte de detalii (care nu trebuie să fie mai depărtate de 50-80 m față de punctele de drumuire). Lungimile laturilor de drumuire să nu fie mai mari de 120 m în cazul utilizării tahimetrelor clasice, iar în privința densității punctelor caracteristice ale reliefului să se asigure pe plan, între puncte, o distanță de 1,5–2 cm în terenuri accidentate și 3–6 cm în terenuri neaccidentate.

Elementele măsurate pe teren se înscriu într-un formular, iar raportarea punctelor se face grafic, utilizând un coordonatograf polar sau un raportor și o riglă.

În ceea ce privește precizia ridicărilor tahimetrice, în principiu, aceasta este inferioară celor clasice. Prin utilizarea aparaturii moderne, precizia acestor ridicări crește. Ridicările tahimetrice se utilizează pentru realizarea planurilor de situație cu curbe de nivel la scările 1: 5000, 1: 2000 și 1: 1000, folosite în proiectarea lucrărilor de căi de comunicație, canale, construcții, amenajări de terenuri etc.

10. RIDICĂRI CU BUSOLA TOPOGRAFICĂ

10.1. Generalități

Ridicările cu busola topografică se caracterizează printr-o *execuție mai rapidă*, în comparație cu ridicările cu teodolitul sau cele tahimetrice, dar printr-o *precizie mai mică*. Distanțele se măsoară *indirect* sau tahimetric, iar orientările (magnetice) se obțin *direct pe teren*; unghiurile orizontale se determină prin *diferența orientărilor magnetice*.

În timpul lucrărilor nu trebuie să existe surse care să producă perturbații ale acului magnetic: panglică de oțel, ciocan etc.

Instrumentele utilizate sunt busolele topografice, care pot fi cu ac magnetic sau cu disc.

10.2. Busola topografică cu ac magnetic

Este o busolă clasică, cu lunetă stadimetrică, la care cercul orizontal este fix, ca de exemplu busola F.B.u. 10 G.

Verificările busolei se recomandă să fie făcute înainte de începerea lucrului cu busola. Dintre aceste operații de verificare amintim:

⇒ acul magnetic trebuie să fie bine magnetizat, adică odată deplasat, trebuie să se liniștească ușor;

⇒ trebuie să fie echilibrat, cu alte cuvinte să fie paralel cu planul busolei; în cazul neîndeplinirii acestei condiții, se trimite busola la atelier pentru remedieri;

⇒ acul magnetic să fie centric cu cercul sau limbul gradat, în caz contrar existând eroarea de excentricitate a busolei, care se elimină prin media citirilor la ambele vârfuri ale acului magnetic, din care se scade un unghi drept.

10.3. Busola topografică cu disc

Se caracterizează prin aceea că acul magnetic este înlocuit printr-un disc magnetizat. Dintre busolele cu disc amintim busola teodolit Wild To (fig. 10.1.).

Aceasta este un instrument care are un cerc orizontal magnetizat și care, lăsat liber, se dirijează automat spre nodul magnetic, permițând citirea directă a orientării magnetice a direcției vizate. Dacă cercul se blochează, aparatul poate fi folosit ca teodolit.

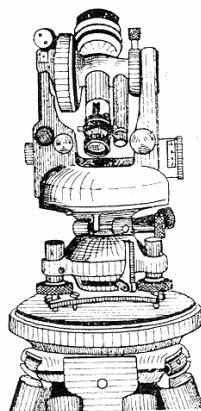


Fig. 10.1. Busola teodolit Wild To

Citirea diviziunilor se face prin punerea lor în coincidență, cu ajutorul șurubului micrometrului optic, cu o precizie de 2° sau de $1'$. Luneta teodolitului busolă Wild To este o lunetă stadimetrică cu o putere de mărire de 20 de ori și cu constanta stadimetrică egală cu 50 și 100.

10.4. Metode de ridicare cu busola topografică

Cele mai obișnuite metode sunt: metoda drumuirii, metoda radierii și metoda combinată între acestea două.

10.4.1. Metoda drumuirii

Metoda drumuirii se aplică în ridicările forestiere sau în terenuri accidentate, iar lungimile laturilor trebuie să nu depășească 150 m. În cadrul acestei metode deosebim următoarele variante: drumuirea obișnuită, drumuirea cu stații sărite și drumuirea cu stații duble.

10.4.1.1. Metoda drumuirii obișnuite

Presupunând că este de ridicat în plan o suprafață ca cea din figura 10.2. se procedează astfel:

⇒ se face stație în punctul 1, respectiv se orizontalizează busola, se eliberează acul magnetic sau discul și se rotește busola până când se aduce diviziunea zero a limbului gradat, la vârful acului magnetic;

⇒ se vizează spre punctul 2, în care este instalată o miră și se citește orientarea magnetică θ_{1-2} , unghiul vertical α și numărul generator H de pe miră, cuprins între firele stadimetrice;

⇒ se rotește busola și se vizează spre punctul 6 citind, de asemenea, cele trei elemente;

⇒ se face apoi stație în punctul 2 și se vizează spre punctul 1, obținându-se orientarea inversă a laturii 1-2, adică θ_{2-1} , care trebuie să fie mai mare decât prima cu 200° ;

⇒ se vizează spre punctul 3, măsurându-se cele trei elemente ș.a.m.d.

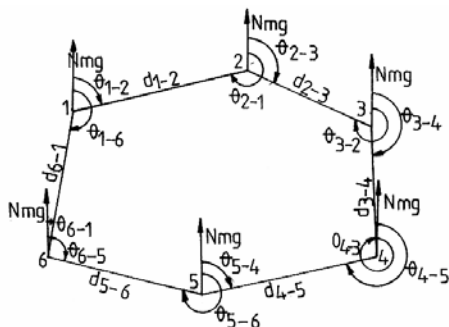


Fig. 10.2. Drumuirea cu busola topografică

10.4.1.2. Metoda drumuirii cu stații sărite

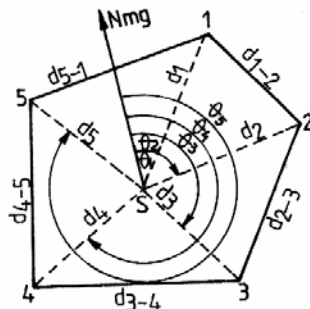
În principiu, constă în următoarele (cu referire tot la fig. 10.2.): se face stație în punctul 1, din care se vizează spre punctele 2 și 6, apoi se face stație în punctul 3, din care se vizează spre punctele 2 și 4, apoi în punctul 5, din care se vizează spre punctele 4 și 6 ș.a.m.d.

10.4.2. Metoda radierii

Se aplică în cazul unor suprafețe mici sau în combinație cu metoda drumuirii. În cadrul operațiunilor pe teren, la o radiere se alege și se pichetează punctele (fig. 10.3.), apoi se face stație în mijlocul suprafeței în punctul S, de unde se execută vize spre punctele 1, 2, 3, 4, 5 și pentru verificare se mai

vizează și punctul 1. Se măsoară orientările θ și distanțele stadimetric. Pentru control, se măsoară direct în valoare orizontală și distanțele 1–2, 2–3 etc.

Fig. 10.3. Radierea cu busola topografică



În cazul radierii executate în același timp cu drumuirea, din punctul de drumuire în care s-a făcut stație, după ce s-au măsurat θ , α și d pentru punctele de drumuire, se execută vize spre punctele de radiere.

Raportarea punctelor ridicate prin radiere se face grafic.

Observație

1. În ridicările cu busola topografică este absolut necesar să se cunoască valoarea declinației magnetice din zonă, de care trebuie să se țină seama.

2. Ridicările cu busola permit o ridicare completă a terenului, planimetrică și altimetrică (prin nivelment trigonometric).

10.5. Raportarea punctelor determinate prin ridicări cu busola topografică

Cu elementele culese de pe teren și trecute în carnetul de teren se procedează la raportarea pe plan. De remarcat că în cazul ridicărilor cu busola, dat fiind precizia caracteristică lor, raportarea se face grafic, de obicei pe hârtie milimetrică, cu ajutorul raportorului și riglei.

Se fixează, de exemplu, punctul 1 și în funcție de orientarea magnetică și de distanța de la punctul 1 la punctul 2, prin reducerea la scara stabilită, se determină poziția punctului 2. Apoi, din punctul 2 se determină poziția punctului 3 ș.a.m.d. În final (în cazul unei drumuiri închisă pe punctul de plecare) se constată că poziția punctului 1' de sosire nu coincide cu cea a punctului 1 de plecare (fig. 10.4.), iar segmentul 1'–1 reprezintă eroarea de

neînchidere; deci corecția va fi egală și de sens contrar și se aplică progresiv fiecărui punct. Corecțiile se pot calcula sau determina grafic.

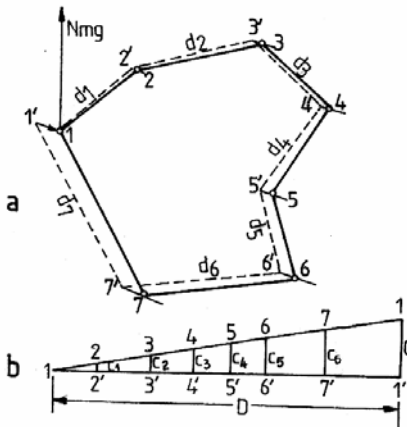


Fig. 10.4. Raportarea drumuirii cu busola topografică (a) și calculul corecțiilor (b)

Pentru *calcularea corecțiilor* se consideră drumuirea desfășurată (fig. 10.4., b) și din triunghiurile asemenea 1-1'-1, 2-2'-2, 1-3'-3 etc., care s-au format se poate scrie:

$$\frac{c_1}{d_1} = \frac{c_2}{d_1 + d_2} = \frac{c_3}{d_1 + d_2 + d_3} = \frac{c_4}{d_1 + d_2 + d_3 + d_4} = \dots = \frac{C}{D}, \quad (10.1)$$

în care:

c_i reprezintă corecțiile ce se aplică în punctele 1', 2' etc.;

d_i reprezintă distanțele dintre puncte;

C este corecția;

$D = \sum d_i$.

Dacă se notează $\frac{C}{D} = K$, rezultă:

$$c_i = K \cdot d_i; \quad c_2 = K(d_1 + d_2) \text{ ș.a.m.d.} \quad (10.2)$$

Pentru *determinarea grafică a corecțiilor*, se unesc punctele 1' cu 1 și se măsoară distanța 1'-1, care are de exemplu 7 mm (fig. 10.4., a). Deoarece corecțiile se aplică în mod progresiv, prima corecție va fi de 1 mm, a doua de 2 mm, a treia de 3 mm, a patra de 4 mm etc.

În continuare, în fiecare punct, se trasează paralele la eroarea de neînchidere și pe acestea se marchează corecțiile c_1, c_2 etc. determinate prin calcul sau grafic, rezultând punctele 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și în final punctul 1' (de sosire) trebuie să coincidă cu punctul 1 (de plecare).

CARTOGRAFIA

12. PLANURI, HĂRȚI ȘI ATLASE

12.1. Definiția planurilor și hărților

Planul topografic este o reprezentare grafică convențională, precisă, micșorată la scară, a unei suprafețe mici de teren. Datorită dimensiunilor mici ale suprafeței cuprinse într-un plan, curbura Pământului este neglijată, iar proiectarea punctelor de pe suprafața terestră pe plan se face ortogonal, deci verticalele proiectante sunt paralele între ele. Conține detalii de planimetrie și de nivelment mai amănunțit decât hărțile topografice.

Harta este o reprezentare grafică convențională, precisă, generalizată și micșorată a suprafeței terestre pe o suprafață plană, care arată interdependența dintre fenomenele naturale și sociale la un moment dat. Conținutul hărților este în raport cu scara de reprezentare și cu destinația acestora. Deoarece harta cuprinde o parte mare a suprafeței Pământului sau chiar întreaga suprafață a acestuia, se ține cont de curbura Pământului, iar pentru transpunerea punctelor de pe suprafața globului pe hartă se folosește un procedeu matematic numit *proiecție cartografică*, ales în funcție de destinația hărții.

12.2. Clasificarea planurilor și hărților

Pentru clasificarea planurilor și hărților pot fi luate în considerare mai multe criterii.

12.2.1. Clasificarea planurilor

Clasificarea se face în funcție de următoarele criterii:

Scară:

- planuri topografice propriu-zise, întocmite la scările 1:20 000, 1:10 000 și 1:5000 (ultimele numite și planuri topografice fundamentale);
- planuri de situație la scările 1:2500, 1:2000, 1:1000, 1:500;
- planuri de detaliu la scările 1:100 și 1:50, utilizate în construcții.

Conținut:

- planuri generale, pe care sunt reprezentate elementele de planimetrie și altimetrie;
- planuri tematice (speciale), care conțin elemente topografice și elemente speciale, corespunzător destinației planului (de exemplu planuri cadastrale, planuri geologice, planuri miniere).

Destinație:

- planuri care se folosesc în anumite domenii .

12.2.2. Clasificarea hărților

Și clasificarea hărților are la bază mai multe criterii, dintre care cel mai frecvent utilizat este cel al scărilor de proporție.

După *scară* se deosebesc:

- hărți la scări *mari* sau hărți *topografice*, acelea ale căror scări variază între 1: 25 000 și 1: 200 000;
- hărți la scări *mijlocii* sau hărți *topografice de ansamblu*, ale căror scări variază între 1: 200 000 și 1: 1 000 000;
- hărți la scări *mici* sau hărți *geografice*, cu scări mai mici de 1:1 000 000, ca de exemplu: 1: 5 000 000, 1: 10 000 000. Acestea sunt în general hărți murale și hărți din atlase.

După *conținut*, hărțile pot fi:

- hărți *geografice generale*. Din categoria hărților geografice generale fac parte atât hărțile topografice de detaliu, cât și hărțile topografice de ansamblu, deci hărți la scări mari și mijlocii, care pot fi utilizate ca materiale de bază pentru întocmirea hărților la scări mai mici, cât și pentru hărțile speciale;

- hărți *tematice sau speciale*. Acestea sunt hărți pe care se scoate în evidență un anumit element al peisajului geografic. La rândul lor, ele se pot împărți în:

⇒ hărți *speciale fizico-geografice*. Aici se încadrează printre altele: hărțile hipsometrice, hărțile morfologice, hărți ale energiei reliefului, hărțile climatice, hărțile pedologice, hărțile biogeografice, hărțile fizico-geografice complexe etc.;

⇒ hărți *speciale social-economice*, în care se includ: hărți ale populației, hărți economice (hărți ale repartității industriei, hărți privind modul de utilizare a terenului, hărți cu repartitia diverselor resurse etc.), hărți de sistematizare, hărți politico-administrative etc.

După *teritoriul reprezentat*, hărțile pot fi: hărți universale cunoscute și sub denumirea de planisfere sau planigloburi, pe care se reprezintă toată suprafața Pământului, hărți ale emisferelor, hărți ale oceanelor și mărilor,

hărți ale grupelor de continente, ale continentelor sau ale unor părți mari din ele, hărți ale statelor etc. *Planisferul* este reprezentarea pe plan a sferei terestre în totalitatea ei, iar *planiglobul* (*mapamondul*) este definit ca fiind reprezentarea pe plan a globului sub forma a două emisfere.

După *destinație*, hărțile pot fi: hărți de navigație (maritimă sau aeriană), hărți turistice, hărți ale drumurilor, hărți militare, hărți școlare etc.

După *cromatică* se deosebesc: hărți în alb-negru și hărți policrome (cu două sau mai multe culori).

12.3. Elementele planurilor și hărților

12.3.1. Elementele planurilor și hărților topografice

Planurile și hărțile topografice se întocmesc pe baza unor elemente geodezice și matematice.

Elementele bazei matematice a hărților sunt: proiecția cartografică, scara, cadrul hărților, sistemul de împărțire în foi și indicativul (nomenclatura).

Din *elementele bazei geodezice* fac parte: elipsoidul de referință, punctele geodezice de bază (de triangulație și de nivelment) și sistemul de coordonate.

În raport cu *cadrul hărții* se deosebesc: *elemente situate în afara cadrului* și *elemente din interiorul cadrului*.

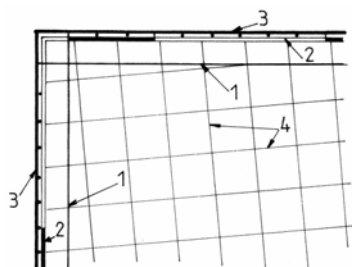
Se vor detalia în continuare elementele hărților topografice în proiecție Gauss-Krüger, pentru că acestea sunt mai frecvent folosite de geografi, în comparație cu planurile.

12.3.1.1. Cadrul hărților

Cadrul hărților este constituit din dintr-un sistem complex de linii care delimitează suprafața cartografiată și pe care se trec anumite date grafice și numerice. Cadrul se trasează după anumite reguli, în funcție de scară. Hărțile topografice sunt delimitate de proiecția meridianelor și paralelelor, având forma unor trapeze. Cadrul se compune din: cadru interior, cadru geografic, cadru exterior sau ornamental.

Cadrul interior (1 din fig. 12.1.) la hărțile în proiecție Gauss este constituit din arce de meridian (pe laturile de vest și de est ale hărții) și arce de paralele (pe laturile de nord și de sud ale hărții) din intersecția cărora a rezultat trapezul corespunzător scării hărții. Cadrul interior delimitează suprafața cartografiată. Se trasează cu linie subțire neagră. În cazul hărților la scări mari nu se trece cu desenul hărții peste acesta.

Fig. 12.1. Cadrul hărților topografice și caroiajul kilometric: 1 – cadrul interior; 2 – cadrul geografic; 3 – cadrul ornamental; 4 – caroiajul kilometric



La colțurile cadrului interior se scriu valorile coordonatelor geografice (λ și ϕ). Pe prelungirile cadrului de sud și de nord se înscriu valorile latitudinii, iar pe prelungirile cadrului de vest și de est valorile longitudinii (fig. 12.2.).

Cadrul geografic (2 din fig. 12.1.) se află în exteriorul cadrului interior, și este trasat prin două linii continue paralele (la interval de 1 mm), între care sunt marcate prin segmente dimensiunile minutelor de latitudine (pe laturile de vest și de est) și de longitudine (pe laturile de nord și de sud). Segmentele de câte un minut sunt alternativ albe și negre. La hărțile la scări mari fiecare segment are un minut. Prin puncte se marchează fracțiunile de minut (în funcție de scară și de ediție), între cadrul geografic și cel ornamental.

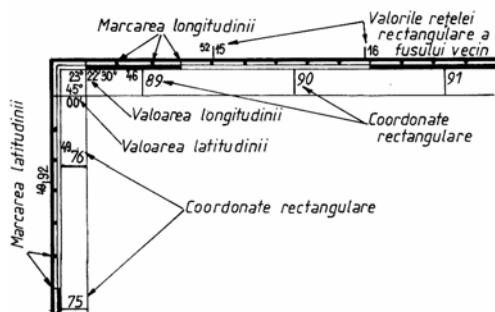


Fig. 12.2. Elementele cadrului (după L. Gagea și V. Iacobescu)

Cu ajutorul cadrului geografic se pot determina coordonatele geografice ale oricărui punct de pe hartă sau se poate raporta pe hartă orice punct de coordonate geografice cunoscute.

Cadrul ornamental (3 din fig. 12.1.) se amplasează în exteriorul cadrului geografic și este compus din 1-2 sau mai multe linii de grosimi diferite și are rolul de a înfrumuseța harta, deci este un cadru estetic. La mijlocul celor patru laturi ale hărții cadrul ornamental este întrerupt pentru a

se amplasa indicativele hărților vecine de la nord, sud, vest și est necesare în cazul racordării hărților.

Deoarece liniile verticale ale rețelei kilometrice sunt paralele cu meridianul axial al fusului respectiv, iar meridianele axiale ale fuselor vecine nu sunt paralele între ele, rezultă că, racordând foi de hartă din două fuse învecinate, liniile rețelei kilometrice ale unui fus vor face un anumit unghi cu liniile rețelei kilometrice din fusul vecin. Atunci când se lucrează pe foi situate la marginea unui fus, pot să apară dificultăți în folosirea rețelei kilometrice, deoarece rețelele sunt diferite în cele două fuse.

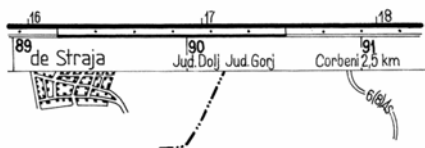
Ca urmare, pe foile de hartă aflate în zona de 2° de la marginea fiecărui fus, se trec și valorile rețelei rectangulare din fusul vecin. Marcarea ieșirilor acestei rețele (inclusiv valorile ei) se face pe marginea cadrului ornamental, spre exterior (fig. 12.2.).

Între cadrul interior și cel geografic sunt prelungirile rețelei geometrice la intervale corespunzătoare scării hărții.

Între cadrul interior și cel geografic se scriu (fig. 12.3.):

- numele statelor, de o parte și de alta a frontierei de stat;
- numele județelor, municipiilor, orașelor și comunelor, de o parte și de alta a limitelor acestora;
- numele localităților reprezentate pe mai multe foi de hartă, dacă nu sunt scrise pe foaia respectivă de hartă sau în cazul în care numele nu reprezintă titlul hărții; numele acestora este însoțit de prepoziția „de” (exemplu: „de Straja” fig. 12.3.);
- numele localităților spre care merg căile de comunicații care se termină în cadrul interior și distanța până la aceste localități (de exemplu: Corbeni 2,5 km, fig. 12.3.).

Fig. 12.3. Exemple de scriere pe cadru (după L. Gagea și V. Iacobescu)



12.3.1.2. Elemente din exteriorul cadrului hărții

Elementele din afara cadrului sunt: *indicativul (nomenclatura)* și/sau *titlul, scara, graficele, diverse indicații* (fig. 12.4.).

Titlul și indicativul hărții (b din figura 12.4.). Primul lucru care atrage atenția la o hartă este *titlul*. În cazul hărților la scări mari realizate în țara noastră până în 1975 titlul era reprezentat de denumirea localității celei mai importante din regiunea cuprinsă în hartă. Acesta era precedat de un

indicativ, ca de pildă : L-35-98-A-d (Răteni). Ulterior s-a renunțat la menționarea titlului, hărțile topografice având doar *indicativ*, care constă într-o succesiune de cifre și litere și care se notează pe latura de nord a hărții, centrat (b din fig. 12.4.).

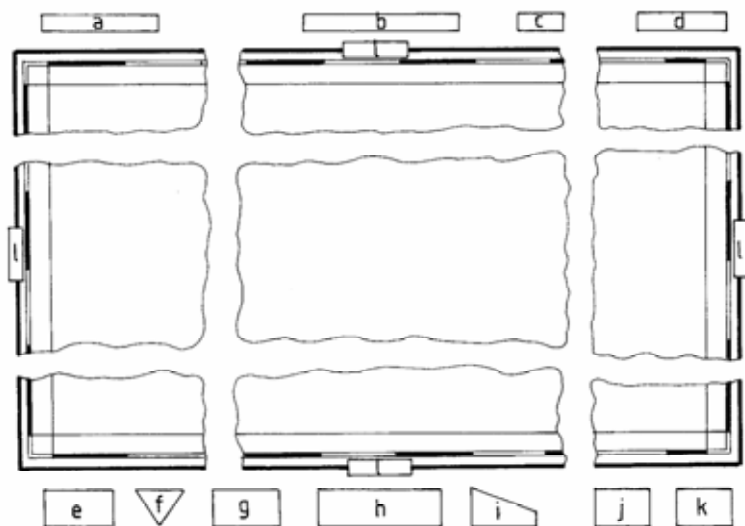


Fig. 12.4. Elementele din exteriorul cadrului (după L. Gagea și V. Iacobescu)

În țara noastră hărțile topografice se întocmesc în proiecție cilindrică transversală Gauss–Krüger și în proiecție stereografică–1970. Ambele proiecții folosesc același sistem de împărțire și nomenclatură care a fost adoptat la noi din anul 1952. Acest sistem are ca bază de plecare proiecția folosită pentru harta internațională la scara 1: 1 000 000 și care constă în proiectarea emisferelor nordică și sudică, fiecare pe câte un con drept.

Suprafața Pământului a fost împărțită în mod unitar în fâșii paralele cu ecuatorul de câte 4° în latitudine și în fuse de câte 6° în longitudine, delimitate cu ajutorul meridianelor. Împărțirea în zone sferice se face până în apropierea polilor, mai precis până la paralelele de 88° latitudine sudică și nordică. Pentru regiunile polare se întrebuițează o proiecție azimutală la care nu se mai pretează această nomenclatură.

Prin folosirea acestui sistem unitar de împărțire a suprafeței Pământului nu există goluri între foile de hartă vecine și totodată nu există suprapuneri. Astfel, fiecare foaie de hartă la scara 1: 1 000 000 corespunde unui trapez ale

căru dimensiuni sunt de 6° în longitudine și 4° în latitudine și are propriul său indicativ, care nu se mai regăsește pentru un alt loc pe suprafața terestră.

Fusele în longitudine se numerează cu cifre arabe de la 1 la 60 ($360^{\circ} : 6^{\circ} = 60$ fuse), începând de la meridianul de 180° în sens invers acelor de ceasornic (fusul 1 între 180° și 174° longitudine vestică, fusul 2 între 174° și 168° longitudine vestică ș.a.m.d.).

Zonele sferice de câte 4° în latitudine se notează cu literele majuscule ale alfabetului latin (de la A la V), începând de la ecuator spre nord și spre sud (zona A între ecuator și 4° latitudine nordică, zona B între 4° și 8° latitudine nordică, zona C între 8° și 12° latitudine nordică ș.a.m.d.).

În acest fel, peste teritoriul țării noastre se suprapun fusele 34 ($18^{\circ} - 24^{\circ}$) și 35 ($24^{\circ} - 30^{\circ}$) longitudine estică și zonele latitudinale K ($40^{\circ} - 44^{\circ}$), L ($44^{\circ} - 48^{\circ}$), M ($48^{\circ} - 52^{\circ}$) latitudine nordică. De fapt, numai zona L ($44^{\circ} - 48^{\circ}$) acoperă în întregime țara noastră; zonele K și M numai parțial, prima sudul țării, iar a doua, nordul țării.

Indicativele celorlalte hărți la scări mai mari decât 1: 1 000 000, adică 1: 500 000, 1: 200 000 și 1: 100 000 pornesc de la trapezul de $6^{\circ} \times 4^{\circ}$.

Pentru hărțile la scara 1: 500 000, trapezul de $6^{\circ} \times 4^{\circ}$ se împarte în patru părți, fiecare având 3° în longitudine și 2° în latitudine. Fiecare trapez de $3^{\circ} \times 2^{\circ}$ se notează cu primele patru litere mari ale alfabetului latin, adică A, B, C și D. Deci, indicativul unei foi de hartă la scara 1: 500 000 va fi aceea a trapezului de $6^{\circ} \times 4^{\circ}$ la care se adaugă una din literele de mai sus, de exemplu L-35-A.

Dacă se împarte trapezul corespunzător unei foi la scara 1: 1 000 000 în șase părți în longitudine și tot atâtea în latitudine, vor rezulta 36 de trapeze, cu dimensiunile de 1° în longitudine și $40'$ în latitudine. Un astfel de trapez corespunde unei foi de hartă la scara 1:200 000. Numărătoarea se face cu cifre romane, iar indicativul unei astfel de foi va fi: L-35-XII.

În continuare, împărțind trapezul în 12 părți în longitudine și în 12 în latitudine se vor obține 144 trapeze, fiecare având $30'$ în longitudine și $20'$ în latitudine. Un astfel de trapez corespunde unei foi de hartă la scara 1: 100 000. Numerotarea se face cu cifre arabe de la 1 la 144. Deci, indicativul pentru o hartă la scara 1: 100 000 va fi: L-35-10.

Hărțile la scara 1: 50 000 se obțin prin împărțirea unui trapez corespunzător unei foi la scara 1: 100 000 în patru părți de câte $15'$ în longitudine și de câte $10'$ în latitudine, acestea notându-se cu primele patru litere ale alfabetului latin (adică A, B, C și D). Nomenclatura unei hărți la scara 1: 50 000 se obține din aceea a hărții la scara 1: 100 000 în care se găsește foaia de hartă 1: 50 000, la care se adaugă una din cele patru litere, de exemplu L-35-86-B.

Din împărțirea unei foi la scara 1: 50 000 în patru părți, având în longitudine 7'30", iar în latitudine 5', vor rezulta patru foi la scara 1: 25 000. Acestea se notează cu primele patru litere minuscule ale alfabetului latin (a, b, c și d). Deci, nomenclatura va fi compusă din nomenclatura hărții la scara 1: 50 000 din care derivă, la care se adaugă una din cele patru litere de mai sus: L-35-86-D-c.

Pentru obținerea indicativului planurilor topografice la scara 1:10 000 se împarte harta la scara 1: 25 000 în patru părți, fiecare numerotându-se cu cifre arabe de la 1 la 4. Indicativul se compune din cel al hărții 1: 25 000, la care se adaugă una din cifrele de mai sus, ca de exemplu: L-35-86-D-c-4.

Indicativul planurilor topografice la scara 1: 5000 va rezulta din împărțirea unei foi la scara 1: 100 000 în câte 16 părți în longitudine și 16 părți în latitudine, deci în 256 de trapeze cu dimensiunile de 1'52",5 în longitudine și 1'15" în latitudine. Indicativul va rezulta din cel al hărții la scara 1: 100 000, la care se adaugă în paranteză numărul foi respective (de la 1 la 256): L-35-10-(254).

Pentru obținerea indicativului unui plan la scara 1: 2000 se împarte planul la scara 1: 5000 în nouă părți notate de la a la i, ca de pildă: L-35-10-(254-f).

Pentru identificarea poziției unei hărți s-a întocmit un *grafic general de racordare*, ce cuprinde întregul teritoriu al României, din care se mai pot deduce coordonatele geografice, precum și nomenclaturile hărților vecine.

În funcție de ediția hărții topografice, unele *inscripții din afara cadrului* pot avea diferite poziții în afara cadrului hărții. Amplasarea și conținutul acestora pe hărțile moderne întocmite în țara noastră este redată în figura 12.4. și are următoarea semnificație:

- a) numele statului și a instituției care a realizat harta;
- b) indicativul (nomenclatura) hărții, care poate fi urmat în paranteză de titlu, la hărțile realizate înainte de 1980, ca de exemplu: L-34-73-B-c (Paltin);
- c) codul pentru evidență automatizată, tipărit în culoare maro (sepia);
- d) caracterul hărții (secret, nesecret, hartă pentru învățământ etc.);
- e) valorile declinației magnetice și ale convergenței meridianelor, redată în grade sexagesimale și în miimi, ca de exemplu: declinația magnetică 2°03' (0-34) est, convergența medie a meridianelor 1°50' (0-31) vest. Valorile din paranteză sunt redată în miimi (1 miime = 3',6).
- f) schița declinației magnetice și valorile acesteia (fig. 12.5.);
- g) schița anomaliilor magnetice (unde este cazul);
- h) scara hărții (grafică, numerică, directă), sistemul de proiecție, sistemul de coordonate și sistemul de referință altimetric (de exemplu:

Proiecția cilindrică transversală conformă Gauss-Krüger. Sistem de coordonate 1942. Sistem de referință altimetric - Marea Baltică).

Proiecția cartografică este cea care impune metoda de transpunere a suprafeței curbe a Pământului pe hartă. Pentru hărțile topografice, în țara noastră se utilizează proiecția cilindrică transversală conformă Gauss-Krüger, proiecția stereografică 1970 și, recent, a fost introdusă și proiecția UTM (Universal Transversal Mercator).

În prezent, cele mai utilizate hărți topografice (la noi în țară) sunt cele în proiecție Gauss-Krüger. La acestea, proiecția se face pe un cilindru considerat tangent la un meridian, deci transversal. Reprezentarea suprafeței elipsoidului terestru se face direct pe un plan, fără trecerea intermediară pe sferă, iar suprafața Pământului este împărțită în fuse de câte 6° în longitudine, pentru a nu se depăși limita admisibilă a deformării lungimilor prin proiectare.

Unele state (Marea Britanie, S.U.A, Franța ș.a.) au acceptat proiecțiile UTM și UPS (Proiecția Universală Stereografică), ultima folosită pentru zonele polare, pentru care nu se poate folosi proiecția UTM. Proiecția UTM a fost aleasă deoarece permite racordarea hărților pe spații întinse. Această proiecție presupune desfășurarea unei suprafețe terestre pe suprafața unui cilindru cu axa de rotație perpendiculară pe axa polilor terestri, pe fuse de 6° , de la paralela de 80° latitudine sudică până la paralela de 84° latitudine nordică.

Sistemul de coordonate se adoptă în fiecare țară în funcție de proiecția cartografică și de alte cerințe. Pentru țara noastră, în cazul proiecției Gauss-Krüger se folosește sistemul de coordonate 1942, iar în cazul proiecției stereografice, sistemul 1970. Pentru sistemul 1942, originea a fost considerată în centrul sălii rotunde a Observatorului astronomic din Pulkovo.

Ca suprafață de nivel de referință se consideră suprafața geoidului. În România, pentru harta în proiecție Gauss-Krüger s-a folosit la determinarea cotelor nivelul Mării Baltice (nivelul zero al maregrafului de la Kronstadt).

i) graficele de pantă, cu ajutorul cărora se pot determina valorile pantelor fără calcule, deci mai rapid, obținându-se valoarea pantei exprimată în grade sexagesimale în funcție de distanța pe orizontală dintre curbele de nivel, de echidistanță și de scară. Aceste grafice sunt proprii fiecărei hărți și sunt construite de obicei atât pentru echidistanța curbilor de nivel normale cât și pentru cea a curbilor de nivel principale. Sub grafice se notează valoarea echidistanței pentru curbele de nivel normale (fig. 12.6.).

j) schema frontierelor de stat și a limitelor administrative de ordinul I (pentru țara noastră limitele județelor, fig. 12.7.).

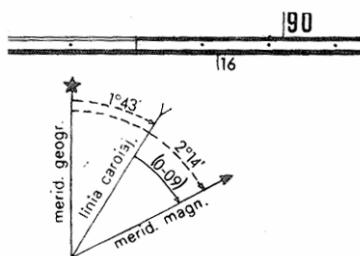


Fig. 12.5. Schița declinației magnetice

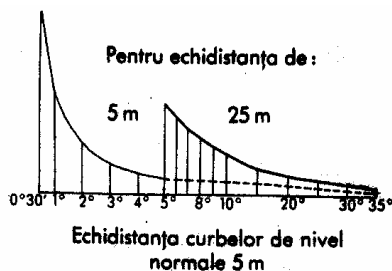


Fig. 12.6. Graficele de pantă

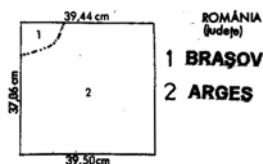


Fig. 12.7.

k) indicații redacționale cu privire la întocmirea hărții, la anul și operațiile efectuate pentru a se putea deduce actualitatea hărții (de exemplu: întocmită în anul 1999 după originalul de teren ediție 1997).

l) indicativele hărților vecine cu care se racordează foaia respectivă.

Deasupra chenarului, pe latura de nord se menționează următoarele elemente: a, b, c, d, iar pe latura de sud: e, f, g, h, i, j, k (fig. 12.4.).

12.3.1.3. Elemente din interiorul cadrului hărții

Elemente din interiorul cadrului hărții sunt: caroiajul kilometric sau rețeaua geometrică, elementele de planimetrie și altimetrie, inscripțiile și culorile care contribuie la definirea semnelor convenționale.

• Caroiajul kilometric sau rețeaua geometrică

Acesta reprezintă un sistem de linii paralele cu axele de coordonate adoptate. Pe hărțile în proiecție Gauss aceste axe sunt: proiecția ecuatorului și proiecția meridianului axial al fiecărui fus. Rețeaua se trasează pe hărțile la scările 1: 25 000 până la 1: 200 000. Astfel, orice linie orizontală a caroiajului kilometric este paralelă cu proiecția ecuatorului și orice linie verticală este paralelă cu proiecția meridianului axial al respectivului fus (4 din fig. 12.1.).

Tabelul 12.1.

Scara	Lungimea laturii pe hartă	Lungimea laturii pe teren
1: 25 000	4 cm	1 km
1: 50 000	2 cm	1 km
1: 100 000	2 cm	2 km
1: 200 000	2 cm	4 km

Din intersectarea liniilor verticale cu cele orizontale pe hartă se formează un sistem de pătrate care formează caroiul kilometric. Latura pătratelor variază în funcție de scară (tabelul 12 I.).

Această rețea se utilizează pentru:

- determinarea coordonatelor rectangulare ale punctelor de pe hartă;
- fixarea unui punct pe hartă când i se cunosc coordonatele;
- determinarea distanțelor;
- determinarea suprafețelor;
- orientarea hărții cu busola.

Valorile rețelei kilometrice sunt înscrise între cadrul interior și cel geografic și se compun din patru sau cinci cifre. Lângă colțurile hărții sunt notate toate cele patru sau cinci cifre, iar între colțuri se trec numai ultimele două cifre care reprezintă kilometri întregi. Pe laturile de vest și de est ale hărții, întregul număr format din patru cifre reprezintă numărul de kilometri de la proiecția ecuatorului, de exemplu 4976 (fig. 12.2.).

Deoarece este posibil ca pentru mai multe puncte situate în fuse diferite să existe aceleași coordonate (în fiecare fus existând același sistem de referință) s-a convenit ca în fața valorii ordonatei Y (fig. 12.2.) să se scrie numărul fusului, numerotarea începând de data aceasta de la meridianul Greenwich. Astfel, pe laturile de nord și de sud, prima cifră din grupul celor patru (sau primele două din grupul celor cinci) arată numărul fusului în care se situează regiunea reprezentată în hartă, iar următoarele trei reprezintă numărul de kilometri de la proiecția meridianului axial al fusului.

În figura 12.8. se observă că punctele situate la vest de meridianul axial au valorile lui Y negative. Pentru a asigura valori pozitive pentru punctele situate la vest de meridianul axial s-a translatat originea sistemului de coordonate cu 500 km spre vest. În felul acesta întreaga jumătate nordică a fusului respectiv este în cadrul I și deci toate coordonatele sunt pozitive:

$$X = 0 \text{ km};$$

$$Y = 500,000 \text{ km}.$$

În acest fel, toate punctele aflate la est de meridianul axial vor avea ordonata Y mai mare de 500 km, iar cele de la vest mai mică de 500 km. Pentru a afla poziția reală a unui punct față de sistemul de coordonate adoptat în fiecare fus se vor scădea cei 500 km.

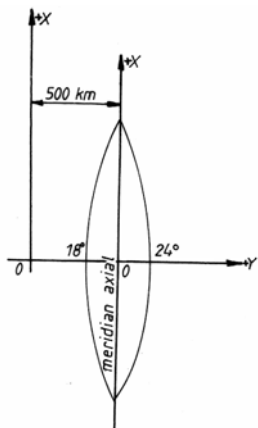


Fig. 12.8. Originea axelor de coordonate în cadrul unui fus de 6° în longitudine în proiecția Gauss

• Elementele de altimetrie (relieful)

Pe hărțile topografice actuale relieful se reprezintă prin *metoda curbelor de nivel*, la care se adaugă *punctele cotate* și unele *semne convenționale specifice*. În funcție de scara de proporție sau de destinația hărții se utilizează și alte *metode*, cum ar fi metoda tentelor hipsometrice, metoda umbririi, metoda hașurilor, metoda profilului oblice echidistante, metoda stereoscopică.

Metoda curbelor de nivel. Este cea mai utilizată metodă actuală de reprezentare a reliefului deoarece este sugestivă și precisă, oferind posibilitatea rezolvării mai multor probleme, printre care: construirea profilului topografic, calculul altitudinii punctelor de pe hartă, calculul volumului unor forme de relief pozitive sau negative, calculul pantelor.

Dezavantajele metodei constau în aceea că nu se pot reprezenta suprafețele orizontale și nici unele accidente de teren (stânci, râpe etc.) pentru care se recurge la semne convenționale speciale.

Curba de nivel reprezintă o linie care unește punctele de egală altitudine sau, altfel spus, este locul geometric al punctelor de aceeași cotă. Pe hartă se reprezintă prin linii curbe închise, de culoare sepia (pe hărțile colorate) sau neagră (pe hărțile în alb - negru).

Un exemplu de curbă de nivel din natură îl constituie linia după care apa liniștită a unui lac udă malurile acestuia.

Să ne imaginăm că suprafața topografică din figura 12.9. este secționată cu o serie de planuri orizontale și echidistante (I, II, III). Fiecare plan intersectează forma de relief după o linie care unește toate punctele situate la același nivel și care este de fapt o curbă de nivel.

Pentru ca reprezentarea să fie sistematică, corectă și obiectivă, planurile de intersecție se aleg la distanțe egale între ele. Distanța măsurată pe verticală între două curbe de nivel consecutive se numește *echidistanță*. Valoarea echidistanței pentru curbele de nivel normale este trecută pe harta topografică sub scară, pe latura de sud sau sub graficul pantelor (în funcție de anul editării hărții).

Mărimea echidistanței este determinată de amplitudinea reliefului, de scara de reprezentare și de precizia dorită în reprezentarea reliefului. În

funcție de valoarea echidistanței, de scara hărții și de pantă, rezultă o echidistanță grafică ce reprezintă distanța măsurată pe hartă între două curbe de nivel, perpendicular pe acestea. De exemplu, pe harta la scara 1: 25 000 echidistanța curbelor de nivel normale este de 5 m în zonele de câmpie și deal și de 10 m în zonele montane, pentru celelalte scări (1: 50 000, 1: 100 000, 1: 200 000, 1: 500 000) aceste valori dublându-se, ajungând ca la scara 1: 1 000 000 echidistanța normală în zonele de câmpie și deal să fie de 100 m, iar la munte de 200 m.

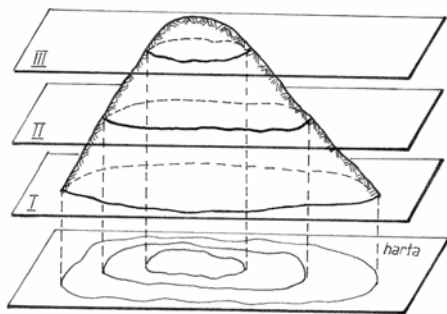


Fig. 12.9.

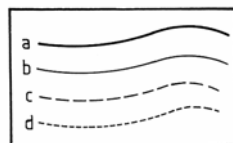


Fig. 12.10. Tipuri de curbe de nivel: a – principală; b – normală; c – ajutătoare; d – accidentală

Curbele de nivel pot fi (fig. 12.10.):

- *principale*, redată pe hărți prin linii continue mai îngroșate, având echidistanța multiplu de 5 a echidistanței curbelor de nivel normale;
- *normale*, desenate prin linii continue. Pentru echidistanța acestora s-au adoptat anumite valori în funcție de scara hărții și de relief;
- *ajutătoare*, reprezentate prin linie subțire întreruptă; au echidistanța jumătate din echidistanța curbelor de nivel normale;
- *accidentale*, redată tot prin linie subțire întreruptă, dar cu segmente mai scurte decât la curbele de nivel ajutătoare; au echidistanța egală de obicei cu jumătate din cea a curbelor ajutătoare sau un sfert din cea a curbelor normale. Curbele de nivel accidentale se trasează ori de câte ori este nevoie pentru reprezentarea unor detalii de relief care pot să aibă alte valori decât a patra parte din echidistanța curbelor normale. Din acest motiv, de regulă pe ele se trec valorile respective.

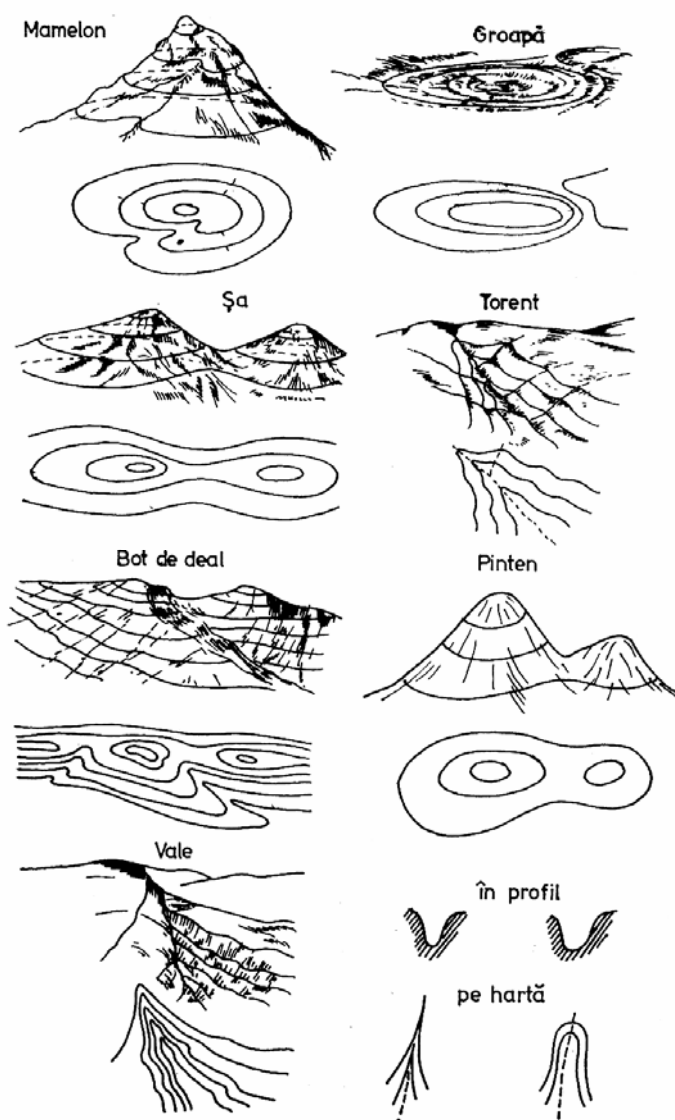


Fig. 12.11. Reprezentarea principalelor forme de relief prin curbe de nivel

Relieful este format dintr-o serie de forme caracteristice: mamelonul, creasta, botul de deal, șaua, pîntenul, valea etc. (fig. 12.11.). Relieful rezultă din îmbinarea acestor forme de bază (fig. 12.12.).

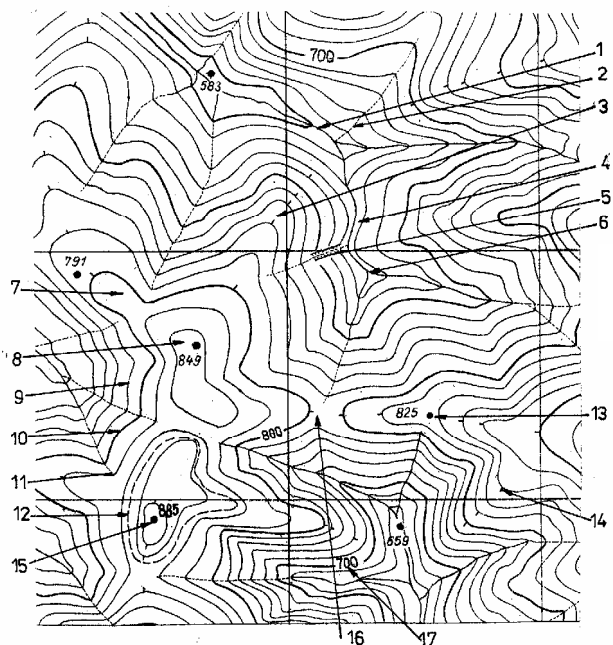


Fig. 12.12. Sector de hartă cu relieful reprezentat prin curbe de nivel: 1 – vale cu curs permanent; 2 – vale cu curs temporar; 3 – bot de deal; 4 – vale; 5 – râpă; 6 – confluență; 7 – culme (cumpănă de ape); 8 – pînten; 9 – curbă de nivel normală; 10 – curbă de nivel principală; 11 – obârșia văii; 12 – curbă de nivel ajutătoare; 13 – cotă; 14 – bergstrich (indicator de pantă); 15 – vîrf; 16 – șa; 17 – valoare a unei curbe de nivel principale

În interpretarea reliefului de pe hartă trebuie să se țină seama de următoarele *caracteristici ale curbelor de nivel*:

- deplasându-ne pe o curbă de nivel, nici nu urcăm, nici nu coborâm;
- pe orice drum s-ar merge între două curbe de nivel, se va parcurge aceeași altitudine egală cu echidistanța (fig. 12.13. a)
- două curbe de nivel care se opun față în față sunt egale ca valoare (fig. 12.13. b);

- curbele de nivel înaintază pe dealuri (au o formă convexă, fig. 12.13. c) și se retrag spre amonte pe văi (au o formă concavă, fig. 12.13. d);
- curbele de nivel se pot atinge, dar nu se pot întretaia, excepție făcând reprezentarea prin curbe de nivel a stâncilor aplecate, a surplombelor etc. (fig. 12.14.);

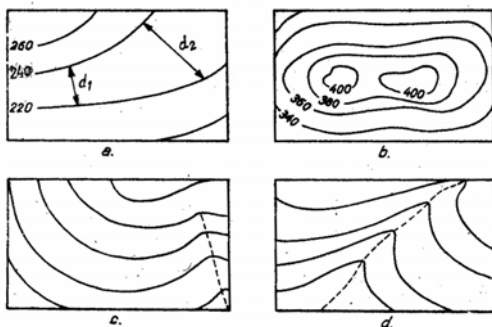


Fig. 12.13.

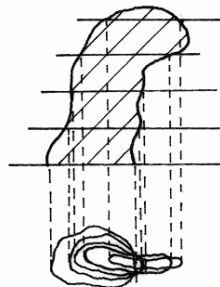


Fig. 12.14.
Reprezentarea prin
curbe de nivel a stâncilor
aplecate

- cu cât curbele de nivel sunt mai dese, cu atât panta este mai mare și invers, cu cât sunt mai rare panta este mai mică (fig. 12.15.);
- cu cât curbele de nivel sunt mai multe, cu atât amplitudinea reliefului este mai mare și cu cât sunt mai puține amplitudinea este mai mică, cu condiția ca echidistanța să fie aceeași;

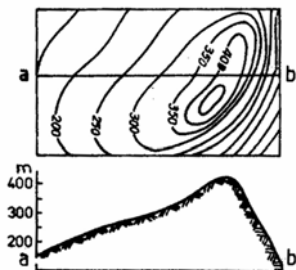


Fig. 12.15.

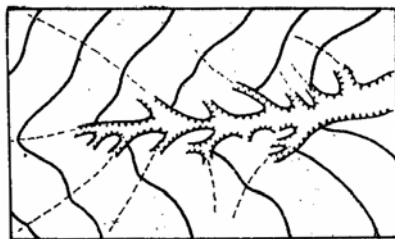


Fig. 12.16. Reprezentarea unei viroage

- cu cât o curbă de nivel închide în interiorul ei o suprafață mai mare, cu atât valoarea ei este mai mică (valabil pentru formele pozitive de relief; pentru formele de relief negative este invers);
- cifrele care indică valorile curbelor de nivel se scriu cu aceeași culoare ca și curba (sepie pentru hărțile color și negru pentru cele în alb - negru), iar în locul în care se amplasează cifrele, curba de nivel se întrerupe;
- valorile curbelor de nivel se dispun astfel încât baza lor să fie îndreptată spre piciorul pantei și totodată să se respecte regula ca citirea hărții - ținută în poziție normală - să se poată face dinspre sud sau est.

Pe lângă curbele de nivel, pe hărți se mai folosesc și **cotele**, fie sub formă de cerculețe, însoțite de un număr care reprezintă altitudinea (în metri), fie sub forma unui număr care însoțește unele semne ca de exemplu cele care se referă la punctele de triangulație. Pentru diferite accidente de teren (maluri abrupte, stânci izolate etc.) se mai utilizează și semne convenționale specifice, însoțite de inscripții explicative care reprezintă dimensiuni referitoare la altitudinea relativă sau la mărimi lineare plane.

Semnele convenționale specifice reliefului se referă la: rupturi de teren, râpe, viroage (fig. 12.16.), movile și excavații, care nu se pot reprezenta la scara hărții, versanți și maluri abrupte, zone cu alunecări de teren stânci izolate, zone stâncoase (fig. 12.17.), cratere de vulcani noroiși, suprafețe de teren cu crăpături, grohotișuri ș.a. lângă aceste semne convenționale se scriu valorile caracteristice.

Pentru a descifra mai ușor relieful se folosesc și niște liniuțe scurte, perpendiculare pe curbele de nivel (*bergstrichuri*, *bergsrihuri* sau *indicatoare de pantă*) care arată sensul în care coboară panta (fig. 12.18.).

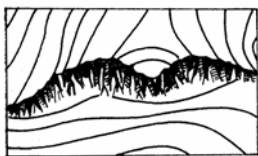


Fig. 12.17. Representarea unei zone stâncoase

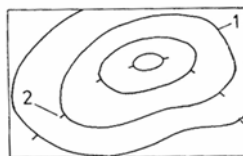


Fig. 12.18. Bergstrichuri pe curbe de nivel: 1 – curbe de nivel; 2 – bergstrichuri

În concluzie, în etapa actuală, reprezentarea reliefului pe planuri și hărți prin curbe de nivel este cea mai utilizată - descifrarea reliefului de pe astfel de hărți fiind facilitată de indicatoarele de pantă, de poziția cifrelor care indică valorile curbelor de nivel, de indicațiile referitoare la echidistanța curbelor de nivel normale și principale, de cotele și forma curbelor de nivel.

- **Elementele de planimetrie**

Constituie una din părțile importante ale conținutului hărții și reprezentarea lor pe planuri hărți se face cu ajutorul **semnelor convenționale**, care sunt simboluri grafice stabilite prin convenții. Forma, dimensiunile, culoarea și modul de desenare sunt redade prin *atlasele de semne convenționale*.

Principiile care stau la baza alegerii și desenării semnelor convenționale sunt:

- întotdeauna pe hărți se reprezintă numai proiecția orizontală a obiectelor și a suprafețelor de pe teren;
- forma semnului să fie cât mai adecvată, mai asemănătoare cu a obiectului pe care-l reprezintă, pentru ca privind la semn să ne dăm seama imediat de obiectul din natură;
- semnul convențional să fie ales astfel încât să se poată desena ușor, iar desenarea pe hărți să fie în așa fel făcută, încât să nu îngreuneze cititul hărții, iar semnul să poată fi observat cu ușurință, cu ochiul liber;
- toate lucrările în construcție, precum și cele din subteran (tuneluri, galerii etc.) să fie reprezentate prin linii întrerupte;
- cu cât obiectul pe care-l reprezintă semnul convențional este mai important, cu atât semnul să fie redat mai pronunțat, prin linii mai groase și invers, cu cât obiectul este mai puțin important, să fie redat începând de la linii normale până la linii întrerupte;
- pentru o mai mare claritate și ușurință în citirea hărții se utilizează diferite culori, pentru semnele convenționale, ca de exemplu: malurile apelor, mlaștinile, fântânile se reprezintă prin culoare albastră; suprafața apelor prin albastru deschis; relieful - prin cafeniu; suprafețele acoperite cu vegetație forestieră - prin verde etc.

Semnele convenționale sunt caracterizate prin trei elemente: *mărime, formă și culoare*. Mărimea arată importanța obiectului reprezentat, iar forma și culoarea, destinația acestuia.

Din punctul de vedere al formei, semnele convenționale pot fi *intuitive*, adică să amintească prin forma lor obiectul reprezentat, *geometrice*, sub formă de cercuri, pătrate, dreptunghiuri sau pot fi formate *din litera inițială* (C - canton) sau *o prescurtare* (mag. - magazie).

În cadrul semnelor convenționale de planimetrie se deosebesc trei grupe: semne convenționale de contur, semne convenționale care nu țin seama de scară și semne convenționale explicative.

Semnele convenționale de contur. Sunt utilizate pentru a reprezenta pe hartă detaliile de planimetrie care, datorită dimensiunilor pe care le au pot fi redată la scara hărții, ca de exemplu elemente de vegetație (păduri, livezi, vii, fânețe etc.), elemente de sol (suprafețe cu nisipuri, cu grohotișuri ș.a.), elemente de hidrografie (mările, fluviile, lacurile etc.), construcțiile care se pot reprezenta la scara hărții etc. Limitele acestor elemente de planimetrie se reprezintă pe hartă prin figuri asemenea cu cele de pe teren, dar reduse în funcție de scara hărții.

Suprafața din interiorul conturului se colorează sau se completează cu semne convenționale, inscripții explicative și date caracteristice, după caz. În interiorul conturului, semnele convenționale nu indică poziția reală a unui anumit detaliu situat în arealul respectiv (de exemplu dispunerea pomilor într-o livadă) și nici dimensiunile lor reale, ci numai natura și existența respectivelor elemente.

Elementele de planimetrie din această grupă pot fi măsurate pe hartă (lungime, lățime, perimetru, suprafață).

Semne convenționale care nu țin seama de scară. Se folosesc pentru desenarea detaliilor de pe teren de dimensiuni mai mici, care nu pot fi reprezentate la scara hărții, adică pentru care nu se pot respecta dimensiunile prevăzute în atlasele de semne convenționale.

Elementele de pe teren care au dimensiuni mai mici decât cele rezultate din transformarea dimensiunilor semnului convențional în valori reale, se reprezintă prin semnul convențional în afara scării prevăzut în atlasul de semne convenționale, iar cele care au dimensiuni mai mari se reprezintă la scară. Din acest motiv pentru multe elemente există câte două semne convenționale (unul de contur și unul în afara scării hărții), folosirea unuia sau altuia fiind determinată de dimensiunile reale ale elementului ce trebuie reprezentat.

De aceea, mărimea reală a elementelor de planimetrie redată prin astfel de semne convenționale nu se poate determina prin măsurare (de pildă lățimea unui râu reprezentat pe hartă printr-o singură linie, lățimea unui drum, dimensiunile unei biserici, ale unui monument, ale unui castel de apă, izvor sau gări etc.).

Numărul și dimensiunile lor depind de scara hărții. Astfel, cu cât scara hărții este mai mică, cu atât dimensiunile și numărul lor vor fi mai mici.

Unele semne convenționale din această categorie își păstrează forma indiferent de scara hărții, modificându-și doar dimensiunile (ca de exemplu punctele rețelei geodezice de stat cu determinări astronomice, locurile de aterizare, aeroporturile, drumurile naturale, potecile, intrările în peșteri etc.).

Alte semne convenționale își pot schimba aspectul sau pot trece din categoria semnelor convenționale de contur în cea a semnelor convenționale care nu țin seama de scară, în funcție de dimensiunile lor reale de pe teren sau de scara hărții: ruinele, cetățile, cimitirele, serele etc. Chiar și suprafețele mici de pădure sau livezile care nu se pot reprezenta la scara hărții se transformă din semne convenționale de contur în semne convenționale care nu țin seama de scară. Referindu-ne la cvartalele din localitățile de tip urban, dacă scara hărții este 1: 25 000 sau 1: 50 000, ele se pot reprezenta detaliat. Pe aceste hărți se poate observa felul construcțiilor, dacă au peste sau sub două etaje etc. Pe hărțile topografice la scări mai mici (de exemplu 1: 100 000) aceleași elemente nu mai pot fi scoase în evidență, iar pe hărțile la scară mică localitățile se reprezintă doar prin cercuri.

Semnele convenționale care nu țin seama de scară au o poziție foarte bine stabilită, care poate fi redată corect prin coordonate. Astfel, poziția matematică a detaliilor de planimetrie care se reprezintă pe hartă prin cercuri (fântâni, izvoare, castele de apă etc.), pătrate, romburi, triunghiuri sau prin alte simboluri simetrice este reprezentată prin centrul geometric al figurii respective. Poziția reală a figurilor reprezentate prin linii verticale cu un unghi drept la bază (asemănător cu litera L majuscul, ca de exemplu, troițele sau crucile izolate) este dată de vârful unghiului drept. La semnele convenționale redată prin două linii paralele (căi de comunicație rutiere, diguri, canale, râuri care nu se pot reprezenta la scara hărții) poziția reală este determinată de axa semnului convențional respectiv.

De aceea, atunci când se fac măsurători de distanțe pe hartă între două astfel de semne, distanța se va măsura între centrele geometrice ale respectivelor figuri.

Semne convenționale explicative. Sunt notările convenționale care se fac pe hartă și care sunt folosite întotdeauna împreună cu celelalte semne de contur și nu țin seama de scară. De exemplu, pe o hartă este reprezentată o pădure care are în interior și un semn explicativ sub forma unui copac, care prin forma sa arată felul pădurii: de foioase, de conifere sau mixtă. De asemenea, pot fi considerate ca semne convenționale explicative și diversele inscripții și cifre care însoțesc semnele convenționale.

- **Culorile**

Atât în ceea ce privește hărțile generale, cât și hărțile tematice se pot realiza hărți în alb – negru, dar și hărți în culori. Acestea din urmă sunt mai

expresive, descifrarea și interpretarea semnelor convenționale fiind facilitată de culorile folosite pentru desenarea semnelor convenționale.

Pentru *hărțile generale*, culorile variază în funcție de *scara de reprezentare*. De exemplu, pe hărțile topografice prin fond de culoare verde se redau suprafețele acoperite cu păduri, pe când pe hărțile murale sau pe cele din atlase (dacă este reprezentată hipsometria), verdele redă câmpiile și luncile.

După anul 1975 pe *hărțile topografice la scara 1: 25 000* se folosesc doar patru culori: negru, verde, albastru și maro (sepia):

- *negru* – semnele convenționale, numele și cotele punctelor din rețeaua geodezică, rețeaua topografică, rețeaua de nivelment; punctele cotate; elementele de planimetrie, datele caracteristice și inscripțiile explicative ale acestora; toponimele referitoare la relief, planimetrie și vegetație, datele caracteristice și inscripțiile explicative ale elementelor de vegetație;

- *verde liniar* – semnele convenționale și limitele elementelor de vegetație;

- *verde deschis raster* – suprafața pădurilor pitice, tinere, a lăstărișului, pepinierele silvice, culturile de plante tehnice, viile;

- *verde închis raster* – suprafața pădurilor, livezilor, pepinierele de pomi fructiferi, cimitirelor cu arbori;

- *maro (sepia) liniar* – curbele de nivel și valorile lor, indicatoarele de pantă, semnele convenționale și inscripțiile referitoare la relief;

- *maro (sepia) deschis raster* – zonele construite care au majoritatea clădirilor cu mai puțin de două etaje, fondul limitelor administrative;

- *maro (sepia) închis raster* – zonele construite care au majoritatea clădirilor mai înalte de două etaje, șoselele;

- *albastru liniar* – limitele elementelor de hidrografie, semnele convenționale, datele caracteristice și inscripțiile explicative referitoare la acestea;

- *albastru raster* – suprafețele acvatice.

Pentru *hărțile topografice la scările 1:500 000 și 1:1000 000* se folosesc următoarele culori:

- *negru* – la fel ca pentru harta 1:25 000;

- *verde liniar și raster* – elemente de vegetație, la fel ca pe harta 1:25 000;

- *maro (sepia) liniar* – ca pe harta 1:25 000;

- *albastru liniar și raster* – ca pe harta 1:25 000;

- *roșu liniar* – limite ale rezervațiilor naturale, autostrăzi, șosele modernizate, șosele, drumuri naturale îmbunătățite, cratere de vulcani și de vulcani noroiși;

- *roșu închis* raster – cvartale de locuințe în orașe;
- *roșu deschis* raster – cvartale în localități rurale;
- *violet* raster – frontiere de stat, limite de state federative, limite de județe;
- *violet* liniar – izogone (cu valorile lor), puncte cu anomalii ale declinației magnetice și valorile acestor anomalii.

12.3.1.4. Inscripțiile pe hărți

Se referă la rețeaua hidrografică, la localități, la relief, la suprafețe acoperite de vegetație, la unități teritorial-administrative etc., folosindu-se caractere și dimensiuni diferite, în funcție de categoria de elemente pe care o însoțește pentru diferitele elemente din aceeași categorie. Totalitatea inscripțiilor formează scrierea hărții și are rolul să faciliteze interpretarea semnelor convenționale la care se referă, dar să permită și stabilirea unei ierarhizări a acestora.

Scrierea hărților și transcrierea denumirilor pe hărți. Această problemă a constituit și constituie o permanentă preocupare pentru specialiști, în momentul de față fiind în atenția forurilor internaționale. În cadrul multor state există comisii de nomenclatură geografică, care urmăresc să asigure o rezolvare cât mai judicioasă a acestei probleme. Acest lucru este necesar cu atât mai mult cu cât într-o serie de publicații, una și aceeași denumire apare sub forme diferite.

Un exemplu pozitiv de rezolvare a acestor probleme îl constituie foile hărții internaționale la scara 1: 2 500 000, la a cărei realizare a participat și țara noastră prin Direcția Topografică Militară și pentru ale căror denumiri a fost adoptat principiul ca denumirile din interiorul cadrului să fie scrise în alfabetul latin și să se redea sub forma oficială a fiecărui stat. În statele unde se folosește alt alfabet decât cel latin (chirilic, grec etc.) sau o serie de dialecte, în special pe teritoriul Asiei și Africii, se utilizează tot alfabetul latin, prin transliterarea oficială, recunoscută pe plan internațional. Astfel, de exemplu, pe foaia „*Sofia*” pe care apar printre altele și o parte din Grecia și Turcia, se întâlnesc denumirile de: Athinai pentru Atena, Hellas pentru Grecia, Korinthiakos Kolpos pentru Canalul Corint, Türkiye pentru Turcia, Anadolu pentru Anatolia etc.

În alte cazuri, denumirile apar pe hărți în forma lor oficială, iar în paranteză, alături sau sub aceasta, denumirea intrată în uz în limba română, de exemplu London pe hartă și în paranteză Londra, sau Marseille și în paranteză Marsilia ș.a.

Scrierea toponimelor trebuie să fie corectă atât din punct de vedere al corespondenței cu realitatea, cât și din punct de vedere gramatical, iar în ceea ce privește abrevierile, se folosesc cele stabilite în atlasele de semne convenționale și în instrucțiunile tehnice.

Pe toate tipurile de hărți tipărite pe care se aplică literele obținute prin fotoculegere, denumirile se scriu cu caractere și corpuri diferite, alese astfel încât să contribuie la diferențierea elementelor la care se referă, respectându-se, și în acest caz, principiul potrivit căruia cu cât elementul este mai important, cu atât dimensiunile literelor sunt mai mari.

Pe **hărțile topografice** scrierea cartografică se diferențiază după elementele topografice la care se referă. Diferențierea se obține prin *caracterul de scriere* și prin *dimensiunea* scrierii (înălțimea literelor și cifrelor), în funcție de specificul, importanța și mărimea elementelor reprezentate. Astfel, se folosesc:

- Pentru *localități*: numele capitalei României - caracter roman, drept, majuscul; municipii reședință de județ și alte orașe - caracter bloc, drept, majuscul; comune: bloc, drept, minuscul; sate - bloc, înclinat la dreapta, minuscul, cartiere și stațiuni balneoclimaterice - bloc, înclinat la dreapta, majuscul;

- Pentru denumirile *formelor de relief* - bloc, înclinat la dreapta, minuscul (înainte se folosea scrierea batardă);

- Numele *pădurilor* - bloc, drept, minuscul;

- Denumirile *mărilor și fluviilor* - cursiv, înclinat la dreapta, majuscul; denumirile lacurilor, râurilor, izvoarelor - cursiv înclinat la dreapta, minuscul;

- Numele *căilor de comunicație* - bloc filiform, drept, majuscul;

- Cotele punctelor *rețelei de bază* - bloc filiform, drept; *inscripții explicative* la semnele convenționale - bloc filiform, înclinat spre dreapta; cotele *punctelor de detaliu* și *valorile curbelor de nivel* - bloc filiform înclinat spre dreapta.

Scrierea toponimelor trebuie să fie corectă, gramaticală. Numele localităților trebuie să fie cele înscrise în documentele oficiale și actualizate. Hidronimia, denumirile formațiunilor vegetale și ale formelor de relief nu sunt oficiale și de aceea se extrag din documentația existentă și se compară cu denumirile culese de pe teren, de la localnici. Înainte de a fi scrise pe hartă, toponimele se analizează din punctul de vedere al semnificației și corectitudinii literare, ținând cont în transcrierea lor de următoarele aspecte:

- Toponimele formate din cuvinte uzuale (substantive comune, adjective, nume de persoane sau derivate din ele) se transcriu literar, excluzându-se regionalismele (Piatra nu Chiatra etc.);

- Toponimele cu forme de masculin și neutru, la cazul nominativ singular se scriu nearticulat, conform unei practici internaționale (Omu, Godeanu, Crișu Alb, Argeșel, Mureș etc);

- În ceea ce privește ortografia denumirilor, trebuie menționat faptul că scrierea acestora se începe cu literă majusculă numai pentru numele proprii. Numele generice ca: deal, fluviu, insulă, lac, munte, vale etc., când nu fac parte din denumire, se scriu cu literă mică. Altfel, apelativele geografice care sunt substantive comune și indică natura diferitelor elemente geografice se scriu cu inițială majusculă (Râul Argeș, Râul Doamnei, Valea Mare, Pârâul Plopilor, Pădurea Ciora). Numele cursurilor mari de apă se pot scrie fără apelativ (Ialomița, Dunăre, Dâmbovița);

- Toponimele din limbile minorităților naționale intrate în uz se redau prin intermediul foneticii românești și se scriu într-un singur cuvânt, chiar dacă în limba originară sunt alcătuite din mai multe cuvinte (Adamclisi, Beștepe). Dacă pentru un anumit element geografic circulă în paralel același nume în limba română și în limba unei minorități naționale, numele se scrie în limba română.

Amplasarea denumirilor pe hărți. În amplasare denumirilor pe hărți trebuie avute în vedere două aspecte și anume: *poziția denumirilor față de obiectul reprezentat și orientarea scrierii*.

În general, la trecerea denumirilor pe hărți se are în vedere ca ele să nu supraîncarce harta, să fie amplasate pe locurile cele mai libere, să nu intersecteze desenul sau conturul altor elemente, să nu acopere prea mult contururile, să se respecte înălțimea literelor și lungimea inscripției.

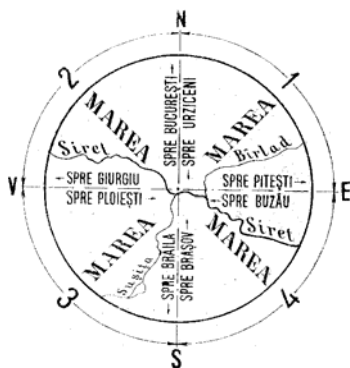


Fig. 12.19. Exemple de orientare a scrierii

Este necesar ca toate inscripțiile hărților (atât generale cât și tematice) să poată fi citite ușor, fără a roti harta sau capul și ținându-le în poziție normală (cu nordul în față). Citirea trebuie să se poată realiza dinspre laturile de *sud* sau de *est* ale hărții. Anumite elemente (cum ar fi oiconimele) se scriu obligatoriu numai pe direcție V-E. La scări mari toate inscripțiile orizontale trebuie să fie în mod riguros paralele cu cadrul de nord sau sud (fig. 12.19.).

Inscripțiile trebuie să fie plasate pe orice tip de hartă, astfel încât să se poată deduce fără nici o greșeală obiectele la care se referă, iar amplasarea trebuie făcută astfel încât să nu se acopere cu inscripția alte elemente importante din conținutul hărții. Pentru a respecta mai ușor această regulă, scrierea denumirilor se face în acele spații de pe hartă care au cât mai puține elemente de planimetrie. Inscripția trebuie plasată cât mai aproape de semnul convențional la care se referă.

Amplasarea denumirilor pe hărți se face după anumite norme la baza cărora stau citirea ușoară și comodă a hărților și precizarea obiectului la care se referă inscripția.

Denumirile localităților (oiconimele) situate la graniță trebuie plasate astfel încât să fie în întregime pe teritoriul statului căruia îi aparțin. În ceea ce privește orientarea acestora pe hărțile la scări mari, numele se scriu paralel cu laturile de nord și de sud ale cadrului (adică pe direcție vest-est), de regulă pe un singur rând, în partea dreaptă a semnului convențional, dar când spațiul nu permite sau localitatea are o configurație specifică, la stânga, deasupra sau dedesubt. Nu se despart în silabe.

Pentru hărțile la scări mici oiconimele se plasează de preferință în partea dreaptă sus față de semnul convențional respectiv (poziția 1 din fig. 12.20.). Dacă nu se poate plasa în acel loc, se alege una din celelalte soluții arătate în figura 12.20, în ordinea indicată de cifrele de la 2 la 6.

Fig. 12.20. Amplasarea denumirilor de localități în raport cu semnul convențional de localitate, pe hărțile la scări mici

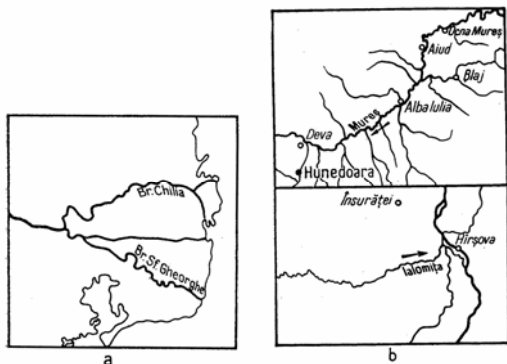
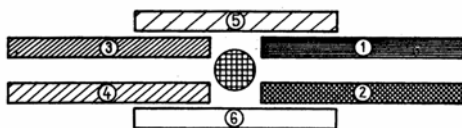


Fig. 12.21. Scrierea cursurilor de apă

Denumirile pentru hidrografie (hidronimele) se dispun paralel cu albia respectivă, fie între liniile ce reprezintă malurile, fie în afara acestora, în funcție de lățimea albiei și de scară. Dacă lungimea apei este mare, scrierea poate fi repetată sau cu litere distanțate. Denumirile urmăresc sinuozitățile cursurilor de apă (fig. 12.21. a), iar sensul scrierii nu concordă întotdeauna cu sensul de curgere al apei (fig. 12.21. b). Exceptând cursurile de apă care curg de la vest spre est, sau de la sud spre nord, cazuri în care denumirile vor avea aceeași orientare cu sensul de curgere, în rest, denumirile vor fi amplasate ca în figura 12.19.).

Denumirile oceanelor și mărilor, ca și cele ale lacurilor mari vor fi dispuse după o linie ușor curbată și orientată după axa de cea mai mare întindere. În funcție de poziția pe care o ocupă în cele patru cadrane, sensul scrierii este ca în figura 12.19.). Dacă numele nu se pot scrie în interior (din cauza suprafeței mici), atunci se plasează – de obicei – în dreapta elementului respectiv, paralel cu laturile de nord și de sud ale cadrului hărții.

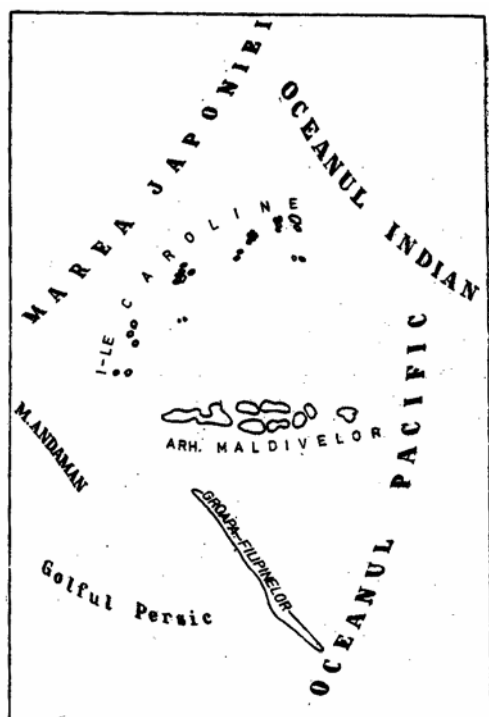


Fig. 12.22. Scrierea denumirilor bazinelor oceanice, mărilor, insulelor

Denumirile de insule mari și mijlocii se vor scrie în interiorul conturului acestora, pe direcția de întindere, respectând regulile din figura 12.22. La insulele mici denumirile se trec în dreapta acestora, pe direcția paralelelor. În cazul unor grupe de insule, arhipelaguri, scrierea se face după o linie curbă, deasupra sau dedesubtul lor (fig. 12.22.).

În cazul *denumirilor referitoare la relief (oronimele)*, numele munților, dealurilor, podișurilor, văilor care ocupă pe hartă o suprafață mare, se scriu pe un rând pe întreaga suprafață ocupată de forma respectivă de relief, cu litere apropiate când suprafața este mică, sau cu litere distanțate când aceasta este mare. Denumirile câmpiilor vor fi plasate astfel încât să cuprindă și să delimiteze în special lungimea acestora, iar orientarea să concorde cu direcția scrierii în cele patru cadrane. Scrierea poate fi în linie dreaptă sau curbată, urmărind configurația formei respective de relief.

Numele formelor de relief care ocupă o suprafață mică (de exemplu înșeuări) se scriu de regulă pe un singur rând, paralel cu laturile de nord și de sud ale cadrului. Denumirile vârfurilor se scriu pe direcție vest - est, deasupra cotei respective.

Numele formațiunilor vegetale (de exemplu păduri) se scriu de preferință orizontal, cu negru, în interiorul conturului și orientate în așa fel încât să poată fi citite dinspre laturile de sud și de est ale hărții. Dacă suprafața respectivă este mare, scrierea se face în interior, pe direcție vest - est, cu litere distanțate, iar dacă suprafața este mică, numele se plasează alături, tot pe direcție vest - est.

Denumirile diviziunilor administrative se amplasează în poziție orizontală. Denumirile țărilor vecine se vor amplasa pe porțiunea cu care se învecinează (în zona frontierei comune), iar literele nu trebuie să acopere alte elemente ale hărții.

Scrierea datelor caracteristice și explicative. Se realizează după anumite reguli prevăzute în atlasele de semne convenționale editate de Direcția Topografică Militară.

Astfel, cotele punctelor caracteristice se scriu pe direcție orizontală lângă semnul convențional al acestora, deasupra sau dedesubtul semnului, având grijă să nu acopere alte elemente de pe hartă.

În cazul punctelor rețelei geodezice, topografice sau de nivelment marcate deasupra solului se scriu două cote, sub formă de fracție: la numărător cota marcării, iar la numitor cota la sol.

Unele semne convenționale sunt însoțite de *datele lor caracteristice*, ca de exemplu:

- la elementele de relief: stânci izolate, râpe, maluri abrupte etc. se indică înălțimea relativă sub forma unui număr de culoare sepia. Unitatea de măsură (metri) se subînțelege (de exemplu +7);

- la apele curgătoare se redau sub formă de fracție lățimea albiei în metri (la numărător), adâncimea apei tot în metri și natura fundului - P - piatră, T - tare (la numitor), ca de exemplu: $\frac{21}{-3,5P}$, adâncimea și calitatea

apei pentru fântâni și lacuri, valori pentru adâncimea malurilor și dimensiunile digurilor, săgeți care indică direcția, sensul și viteza de curgere a apei, adâncimea mlaștinilor;

- pentru păduri se scrie cu negru sub formă de fracție înălțimea medie a copacilor (la numărător) și diametrul mediu al acestora măsurat la înălțimea de 1,5 m de la sol (la numitor). În dreapta fracției se notează distanța medie (în metri) între copaci, iar în stânga specia predominantă din pădure (de exemplu pin $\frac{25}{0,6}6$);

- la autostrăzi se menționează numărul benzilor pe un sens de circulație, lățimea unei benzi, în metri și materialul de acoperire (As – asfalt, B – beton etc.), ca de pildă $3 \times 4 B$. La șosele se menționează lățimea părții carosabile, lățimea totală exprimată în metri (în paranteză) și materialul de acoperire ca de exemplu 6 (8) As. Pentru podurile de șosea se precizează materialul de construcție, lungimea și lățimea carosabilă, în metri, rezistența la sarcină în tone;

- pentru liniile electrice aeriene se menționează tensiunea curentului în kilovolți, ca de pildă 110 kV.

Reprezentarea construcțiilor industriale și agricole se completează cu inscripții explicative și date caracteristice care se amplasează paralel cu laturile de nord și de sud ale cadrului.

La localitățile urbane se notează sub respectiva denumire numărul de locuitori, iar la cele rurale numărul de clădiri locuibile. În cazul localităților componente municipiilor și orașelor se trece numărul de clădiri locuibile. Pentru localitățile care îndeplinesc și funcția de stațiuni, se notează și felul stațiunii. Pentru hărțile tipărite până în 1990, la localitățile în care se află consilii populare județene, municipale, orașenești sau comunale, după numărul de locuitori sau de clădiri se scriu respectivele prescurtări, după caz (CPJ, CPM, CPO, CPC).

12.3.2. Elementele hărților geografice la scări mici

Și în cazul acestor hărți se pot deosebi elemente din exteriorul cadrului și din interiorul acestuia.

Dintre **elementele din exteriorul cadrului** amintim: **titlul hărții**, care uneori se referă atât la definirea teritoriului cuprins în hartă, cât și la conținutul hărții; de exemplu harta politică a lumii. Apoi este *scara*, de obicei sub formă numerică și grafică, denumirea instituției sub egida căreia s-a realizat harta și informații asupra autorului, a întreprinderii (sau editurii) unde s-a editat, anul editării, cartograful care a lucrat-o ș.a.

Cadrul acestor hărți este compus din cadrul interior, cadrul geografic și cadrul ornamental, iar ca formă cel mai adesea este rectangular, dar există și cazuri când are formă circulară, elipsoidală, în funcție de teritoriul reprezentat și de proiecția cartografică adoptată.

Din grupa elementelor de conținut, în general sunt prezentate: relieful, rețeaua hidrografică, rețeaua de așezări, uneori și rețeaua principalelor căi de comunicație, împărțirea politico-administrativă etc.

O categorie specială o constituie hărțile utilizate în învățământ.

La acestea se utilizează o proiecție cartografică ce diferă de la hartă la hartă în funcție de forma și mărimea teritoriului, de poziția geografică și bineînțeles de destinația hărții. De exemplu, pentru hărțile întregului glob terestru, deci pentru planisfere, sunt utilizate proiecțiile Grinten, Mollweide, Mercator, Sanson ș.a. pentru hărți ale emisferelor în sens longitudinal proiecția stereografică ecuatorială, proiecția globulară ș.a., iar pentru hărți ale continentelor, proiecțiile azimutale Lambert ș.a.

Conținutul acestor hărți trebuie, în primul rând, să corespundă programei analitice existente, să fie mai redus decât al hărților generale și să cuprindă elemente de geografie fizică, de geografie economică și elemente social-politice.

Semnele convenționale utilizate trebuie să fie cât mai sugestive, mergând până la folosirea pictogramelor. Aceste semne, împreună cu scrierea sunt de obicei mai mari pentru a putea fi observate de la distanță. În plus, sunt reduse ca număr pentru a nu aglomera conținutul hărților.

Pentru reprezentarea **reliefului** se folosește metoda tentelor hipsometrice, completată cu semne speciale pentru reprezentarea unor detalii, ca de exemplu: teren nisipos, stâncos etc.

Un alt element caracteristic al acestor hărți îl constituie hărțile medalion, întocmite la scări mai mari sau mai mici decât scara hărții de bază și cu tematici diferite.

12.4. Atlasele și clasificarea lor

Atlasul (gr. Atlas, titan osândit de Zeus să sprijine veșnic pe umerii săi bolta cerească – în mitologia greacă) reprezintă o colecție de hărți, grafice, planșe, desene cu privire la un anumit subiect, sistematizate după diferite criterii, cu scopul de a obține un ansamblu coerent. Atlasele sunt întocmite și editate într-un sistem unitar și prin urmare nu reprezintă o simplă sumă de hărți, grafice etc. diferite, o alăturare întâmplătoare, ci un sistem cu conținut bogat. Există mai multe tipuri de atlase, ca de pildă: geografic, geologic, istoric, botanic, zoologic, de anatomie umană, lingvistic, folcloric ș.a.

În domeniul atlaselor geografice, primele colecții de hărți au apărut și înainte de Gerhard Mercator, însă el este cel care a propus pentru prima dată denumirea de atlas pentru o astfel de colecție de hărți.

Datorită diversității atlaselor geografice editate, acestea se clasifică după mai multe criterii: după conținut, după teritoriul cuprins, după destinație, după utilizare, după volum (mărime).

După **conținut**, atlasele se împart în atlase generale și atlase speciale (tematice) o categorie aparte o constituie atlasele naționale.

Din punctul de vedere al conținutului, atlasele au unele avantaje în comparație cu hărțile izolate. Deși atlasul poate să nu abordeze cu același grad de detaliere toate părțile componente ale teritoriului reprezentat, el păstrează o notă unitară între hărțile care-l compun. Hărțile componente sunt întocmite astfel încât să cuprindă *întregul teritoriu* care face obiectul atlasului. De asemenea, nota de unitate este dată și de legarea hărților prin scări de proporție reciproc multiple (ca de pildă 1: 1 000 000, 1: 2 000 000, 1: 4 000 000), iar numărul scărilor folosite este mic. Metodele de întocmire a hărților sunt și ele unitare.

- **Atlasele generale** cuprind, de obicei, hărți la scări mici, și anume hărți generale, pe care sunt reprezentate atât elemente fizico-geografice, cât și elemente economico-geografice și politico-administrative.

- **Atlasele tematice (speciale)** conțin hărți pe care sunt reprezentate diferite fenomene fizico- sau economico-geografice.

- **Atlasele naționale** formează o categorie distinctă, care se referă la teritoriul unui stat. Ele sunt atlase complexe, cu tematică bogată, redată într-un număr mare de hărți. Atlasele naționale trebuie să conțină maximum de informații într-un volum redus.

Primul atlas național, atlasul Finlandei, a fost publicat în 1899 sub egida Societății de Geografie din Finlanda. Ulterior au apărut și atlasele naționale ale altor state: atlasul Rusiei asiatice (1914), atlasul Egiptului (1928, realizat de englezi), atlasul Cehoslovaciei (1935), atlasul fizico-geografic al Italiei (1940), atlasul Canadei (1957), atlasul Bielorusiei (1958) ș.a.

După cel de-al doilea război mondial, problema întocmirii atlaselor naționale a stat în atenția specialiștilor din întreaga lume. Ca urmare, la cel de-al XIII-lea Congres Internațional de Geografie (Rio de Janeiro, 1956) s-a hotărât înființarea unei comisii pentru întocmirea atlaselor naționale, cu scopul de a contribui efectiv la realizarea acestor atlase.

Un prim rezultat a fost că la cel de-al XIX-lea Congres Internațional de Geografie de la Stockholm, președintele comisiei de întocmire a atlaselor naționale, profesorul K.A. Salișcev a prezentat baza matematică și conținutul atlaselor naționale. Astfel, comisia a hotărât că atlasele naționale trebuie să cuprindă următoarele serii de hărți:

- *seria hărților mediului fizic*, din care fac parte: hărțile geologice, geofizice, hărți ale reliefului (morfometrice, geomorfologice etc.), hărți climatologice, hidrologice, pedologice, fitogeografice, ale pădurilor, hărți zoogeografice și hărți de sinteză ale elementelor fizico-geografice;

- *seria hărților populației*, care cuprinde hărți ale modului de populare (cu repartitia geografică a populației, mișcarea, structura pe sexe etc.), hărți ale caracteristicilor sociale ale populației (cu structura socială, profesională etc.), hărți etnografice (cu structura etnică, cultura națională etc.);

- *seria hărților de geografie economică*, cu hărți ale industriei, ale agriculturii, ale transporturilor și telecomunicațiilor, finanțelor, comerțului și hărți de ansamblu ale economiei;

- *seria hărților problemelor culturale*, din care fac parte hărți ale învățământului general și profesional, hărți ale institutelor științifice și culturale, hărți ale presei, ale radioficării și televiziunii, hărți ale sportului, ale sănătății publice ș.a.;

- *seria hărților politico-administrative*, ce constituie de asemenea un element obligatoriu pentru fiecare atlas național.

Atlasul Național al României a fost realizat în conformitate cu recomandările Uniunii Geografice Internaționale pentru editarea atlaselor naționale.

După **teritoriul** cuprins, atlasele pot fi:

- ***Atlase universale (mondiale)***, care conțin hărți pentru întregul glob pământesc;

- ***Atlase ale diferitelor state***, în care pot fi incluse, din acest punct de vedere, atlasele naționale și atlasele regionale;

- ***Atlase ale unităților administrative*** (județe, districte etc.).

După **destinație (scop)**, atlasele pot fi: atlase de informare științifică, școlare, marine, rutiere, militare, turistice etc.

Conținutul atlaselor este adaptat astfel încât să corespundă destinației. De exemplu, un atlas școlar de nivel primar trebuie să cuprindă mai puține

detalii fizico- și economico-geografice, în timp ce unul pentru nivel gimnazial sau liceal va fi mai cuprinzător. Ambele trebuie să respecte programa analitică. Metodele de cartografiere sunt și ele adaptate. În primul caz, legendele hărților sunt mult simplificate, punându-se accentul pe pictograme și nu pe semne abstracte, pentru a fi la nivelul de înțelegere al elevului.

După **modul de utilizare**, atlasele se pot împărți în **atlase de birou**, de obicei de format mare și **atlase de buzunar**, de dimensiuni mici.

După **volum** (numărul de planșe conținute), atlasele pot fi: **mari, mijlocii și mici**.

O problemă importantă în alcătuirea atlaselor geografice o constituie baza matematică a hărților din atlas. Astfel în privința scării, este necesar să se folosească pe cât posibil aceeași scară pentru toate planșele pentru a se putea face comparație între ele. Dacă acest deziderat nu poate fi respectat, este recomandabil ca scările mai mici decât scara cea mai frecvent utilizată, să fie alese astfel încât să permită o comparare ușoară. De exemplu, dacă scara cea mai utilizată este 1: 10 000 000 și nu se poate aplica pentru toate planșele, se mai pot folosi scările 1: 5 000 000 sau 1: 20 000 000, adică mai mari și mai mici de două ori. Desigur că exemplificarea aceasta nu absolutizează problema alegerii scărilor hărților dintr-un atlas.

De asemenea, este recomandabilă alegerea aceleiași proiecții pentru toate planșele – în special pentru cele ale continentelor – pentru a se facilita formarea unei imagini cât mai verosimile asupra acestora, precum și pentru realizarea unor comparații. Alegerea proiecției se face astfel încât deformările care se produc să nu influențeze decât în măsură foarte mică măsurătorile care se fac pe hărțile respective.

Pentru redarea conținutului planșelor este indicată folosirea, pe cât posibil, a aceluiași metode de reprezentare.

Prin conținutul lor, atlasele reflectă stadiul gândirii geografice și cartografice din etapa respectivă, reprezentând atât pe plan intern, cât și pe plan internațional un adevărat mesager cultural.

12.5. Importanța hărților

Metoda cartografică constituie *metoda de bază a geografiei* și constă în reprezentarea grafică la o scară redusă a elementelor, fenomenelor și proceselor geografice de la suprafața Pământului. Din punct de vedere istoric, metoda cartografică se identifică cu afirmarea geografiei ca știință, schițele de hartă din antichitate fiind primele începuturi.

Harta este utilă atât pentru efectuarea de cercetări, observații etc., cât și pentru reprezentarea analitică sau sintetică a rezultatelor acestora. Elementele

și fenomenele pot fi reprezentate pe hartă cu toate caracteristicile lor, atât calitative, cât și cantitative, inclusiv dinamice.

Metoda cartografică presupune folosirea planurilor, hărților, aerofotogramelor, precum și a unei multitudini de profile, diagrame, cartodiagrame, schițe panoramice ș.a.

Harta este aceea care în *procesul de învățământ* ajută la înțelegerea mai ușoară a diferitelor fenomene și procese fizico-geografice și social-economice. De asemenea, tot prin intermediul hărții se poate forma o idee asupra complexității reliefului unei țări, se pot stabili raporturi de reciprocitate între diferite componente ale peisajului geografic. În același timp, harta redă o imagine sugestivă asupra unei serii de probleme ca: răspândirea resurselor naturale, aspectul rețelei hidrografice, repartitia pădurilor, a culturilor agricole și, strâns legate de acestea, repartitia solurilor.

La rândul ei, cercetarea geografică nu poate fi concepută fără hartă, care este necesară atât pentru analiză, cât și pentru sinteză, fiind util, după George Vâlsan, „să se pornească de la hartă, pentru că ea reprezintă structura, ea susține întreaga lucrare, precum scheletul susține întreaga făptură omenească”. Un rol deosebit de important îi revine hărții și în domeniul militar.

În concluzie, considerăm că aprecierea făcută de George Vâlsan (1930) asupra hărții, sintetizează importanța acesteia: „hartă este o mare înlesnire pentru minte... pricepându-se ușor, întipărindu-se ușor și arătând dintr-o dată, în toată complexitatea, fenomenul care interesează, harta înseamnă o mare economie pentru învățătură. Ea cruță multe osteneli și îngăduie ca puterile cruțate să le întrebuițăm pentru înaintarea mai departe a adevărului”. Importanța hărții în geografie l-a determinat pe Simion Mehedinți (1931) să afirme că „cea dintâi pagină de geografie a fost un plan sau o hartă”.

13. SISTEME DE PROIECȚII ȘI CLASIFICAREA LOR

13.1. Definiția și elementele unui sistem de proiecție

Proiecția cartografică reprezintă unul din elementele importante ale bazei matematice a unei hărți și este procedeul cu ajutorul căruia se reprezintă suprafața curbă a Pământului pe o suprafață plană, harta.

Proiecția cartografică asigură corespondența dintre coordonatele geografice φ și λ ale punctelor de pe elipsoidul terestru și coordonatele rectangulare X și Y ale acelorași puncte de pe hartă. Ecuațiile care definesc această corespondență sunt:

$$\begin{aligned} X &= f_1(\varphi, \lambda) \\ Y &= f_2(\varphi, \lambda) \end{aligned} \quad (13.1.)$$

Prin transpunerea suprafeței curbe a Pământului pe suprafața plană a hărții se produc o serie de *deformări* asupra lungimilor, suprafețelor și unghiurilor. Deformările sunt cu atât mai mari cu cât teritoriul cartografiat este mai mare și reprezentat la o scară mai mică.

Pe orice hartă există însă puncte sau linii unde nu se produc deformări, și acestea se numesc puncte sau linii de deformări nule.

Datorită deformării lungimilor se produce și o modificare a scării de proporție, care va avea valori diferite pentru fiecare punct de pe hartă unde se produc deformări.

În consecință, pe o astfel de hartă vor fi: o *scară principală* (care de obicei este scara hărții) și mai multe *scări secundare*.

Cu cât o scară secundară este mai apropiată de scara principală, cu atât deformările sunt mai mici și invers. Din compararea scărilor principale cu scărilor secundare rezultă mărimea deformărilor.

La orice proiecție bazată pe principiul perspectivei se întâlnesc următoarele elemente:

- *Planul de proiecție*, care este suprafața pe care se face proiectarea porțiunii de pe elipsoid. Planurile de proiecție pot fi suprafețe plane și suprafețe desfășurabile (de exemplu, cilindrul și conul), iar fiecare la rândul lor pot fi tangente sau secante.

- *Punctul de vedere* sau *punctul de perspectivă*, adică punctul din care se consideră că pleacă razele proiectante.
- *Punctul central al proiecției*, punctul situat de obicei în centrul suprafeței ce se proiectează.
- *Scara reprezentării*, care indică raportul dintre elementele de pe elipsoid și cele de pe planul de proiecție.
- *Rețeaua geografică*, rețeaua formată din meridianele și paralelele considerate pe globul terestru.
- *Rețeaua cartografică*, rezultă din proiectarea rețelei geografice pe planul de proiecție.
- *Rețeaua kilometrică*, un sistem de drepte paralele la axele sistemului de coordonate rectangulare, cu ajutorul cărora se pot stabili coordonatele X și Y ale punctelor de pe hartă.

13.2. Clasificarea sistemelor de proiecții

La baza clasificării proiecțiilor cartografice stau următoarele criterii: *deformările, orientarea suprafeței pe care se face proiectarea* (poziția planului de proiecție față de sfera pământescă), *modul de construcție* și *utilizarea proiecțiilor în construcția hărților*.

13.2.1. Clasificarea după deformări

După deformări, proiecțiile cartografice se împart în trei mari grupe: proiecții conforme, proiecții echivalente și proiecții afilactice sau arbitrare.

Proiecțiile conforme, numite și *echiunghiulare, ortogonale* sau *ortomorfe*, sunt proiecțiile care păstrează *nedeformate unghiurile*. Elementele deformate sunt în primul rând suprafețele și apoi distanțele.

Proiecțiile echivalente sau homolografice sunt proiecțiile care păstrează *nedeformate suprafețele* atât ale figurilor infinit mici, cât și ale figurilor mai mari.

Datorită acestei proprietăți, pe hărțile construite în proiecții echivalente, chiar la scări mici, măsurarea suprafețelor se poate face ca și pe hărțile cu scară mare, fie cu planimetrul, fie prin alte metode.

Proiecțiile afilactice sau arbitrare sunt acele proiecții care *nu păstrează nedeformate nici unghiurile, nici suprafețele*. Din acest grup de proiecții fac parte proiecțiile echidistante, în care rămân nedeformate distanțele pe anumite direcții.

13.2.2. Clasificarea după poziția planului de proiecție față de sfera terestră

După acest criteriu, proiecțiile cartografice, pot fi: proiecții normale sau polare, proiecții transversale sau ecuatoriale și proiecții oblice sau de orizont.

Proiecțiile normale sau polare (fig. 13.1.) sunt proiecțiile în care *axa polilor coincide cu axa conului sau cilindrului*, în cazul proiecțiilor conice și cilindrice sau, în cazul proiecțiilor azimutale, *planul de proiecție se găsește tangent în pol* și deci paralel cu planul ecuatorului.

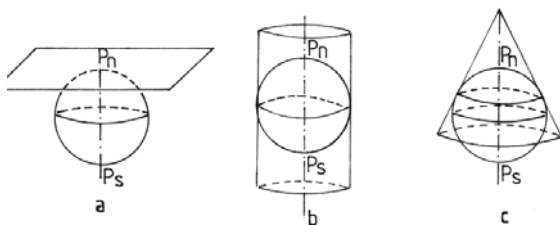


Fig. 13.1. Proiecții normale sau polare: a – azimutală ;
b – cilindrică; c – conică.

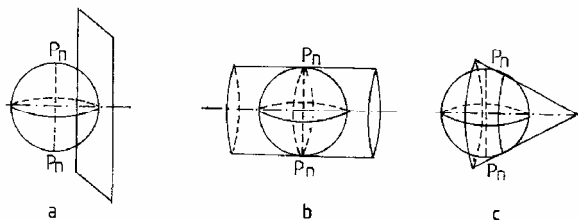


Fig. 13.2. Proiecții transversale sau ecuatoriale: a – azimutală;
b – cilindrică; c – conică.

Proiecțiile transversale sau ecuatoriale (fig. 13.2.) sunt proiecțiile în care *axa cilindrului sau conului face cu axa sferei terestre un unghi de 90°* , iar în cazul proiecțiilor azimutale, *planul de proiecție se găsește tangent la Ecuator* și, ca atare, este paralel cu planul unui meridian sau se confundă cu planul meridianului (când planul de proiecție trece prin centrul sferei pământului).

Proiecțiile oblice sau de orizont (fig. 13.3.) sunt acelea în care *axa cilindrului sau conului face cu axa polilor un unghi mai mic decât un unghi drept*, iar în cazul proiecțiilor azimutale, *planul de proiecție se confundă cu planul orizontului punctului considerat*.

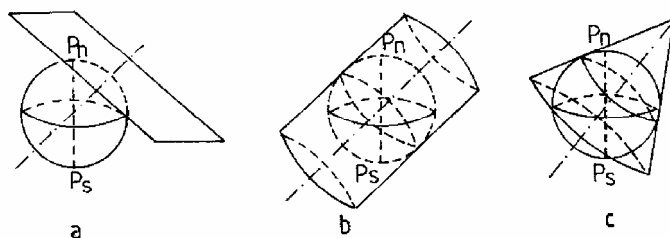


Fig. 13.3. Proiecții oblice sau de orizont: a – azimutală; b – cilindrică; c – conică.

Suprafața pe care se face proiectarea mai poate fi *tangentă* sau *secantă* la sfera terestră așa că putem grupa proiecțiile și în *proiecții tangente* (fig. 13.4., a) și *proiecții secante* (fig. 13.4., b).

13.2.3. Clasificarea după modul de construcție

În acest caz, deosebim: proiecții azimutale, proiecții cilindrice, proiecții conice, proiecții policonice, proiecții convenționale, proiecții poliedrice și proiecții derivate.

Proiecțiile azimutale se pot grupa în: proiecții azimutale perspective și proiecții azimutale neperspective.

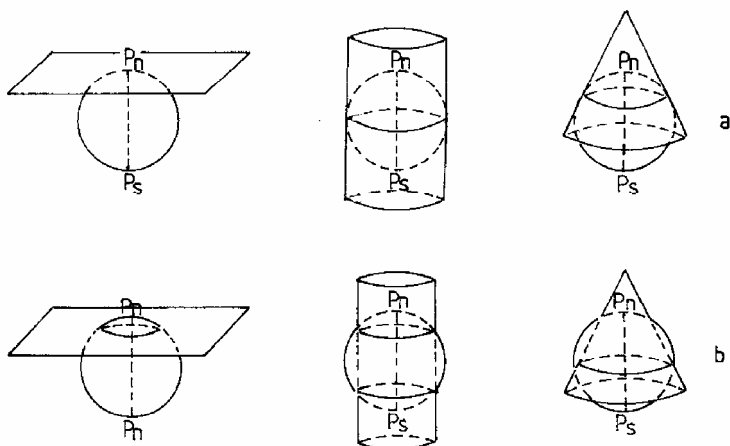


Fig. 13.4. Proiecții tangente (a) și secante (b)

- *Proiecțiile azimutale perspective* sunt proiecții în care proiectarea se face după legile perspectivei liniare, iar punctul de vedere este situat pe unul dintre diametrele sferei sau pe prelungirea acestuia. Planul de proiecție este dispus perpendicular pe diametru.

În funcție de poziția punctului de vedere, proiecțiile azimutale perspective se pot clasifica în: proiecții ortografice, proiecții stereografice, proiecții centrale (gnomonice) și proiecții exterioare.

La rândul lor, după poziția planului de proiecție, fiecare poate fi: polară, ecuatorială și oblică.

- *Proiecțiile azimutale neperspective* sunt proiecțiile în care, pentru construirea rețelei cartografice, se stabilesc anumite reguli, plecând de la condițiile pe care trebuie să le îndeplinească proiecția.

Proiecțiile cilindrice. În cazul acestora, se consideră suprafața sferei pământului înconjurată de suprafața unui cilindru.

Rețeaua geografică de pe sferă se proiectează mai întâi pe suprafața cilindrului, care după aceea se taie după o generatoare a sa și se poate desfășura în plan, obținându-se rețeaua cartografică pe o suprafață plană.

După felul cum suprafața cilindrului atinge suprafața sferei, care reprezintă globul pământesc, proiecțiile cilindrice pot fi: *tangente* și *secante* (fig. 13.5.); liniile desenate mai accentuat sunt liniile de deformări nule.

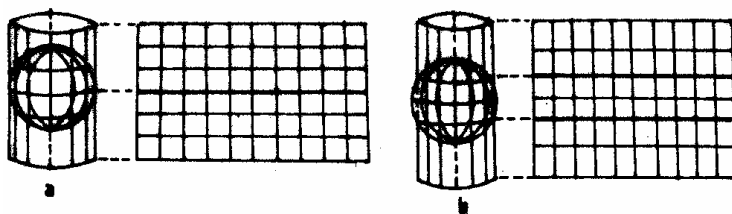


Fig. 13.5. Principiul proiecțiilor cilindrice tangente (a) și secante (b)

În funcție de poziția axei cilindrului, față de axa polilor, proiecțiile cilindrice se pot clasifica în: proiecții normale sau drepte, proiecții ecuatoriale sau transversale și proiecții oblice.

Proiecțiile conice. Se numesc așa deoarece planul de proiecție este suprafața desfășurabilă a conului. Ca și în cazul proiecțiilor cilindrice, rețeaua de meridiane și paralele de pe glob se proiectează pe suprafața conului, care apoi se taie după o generatoare și se poate desfășura în plan.

După felul cum conul este tangent sau secant, proiecțiile conice pot fi *tangente* și *secante* (fig. 13.6.).

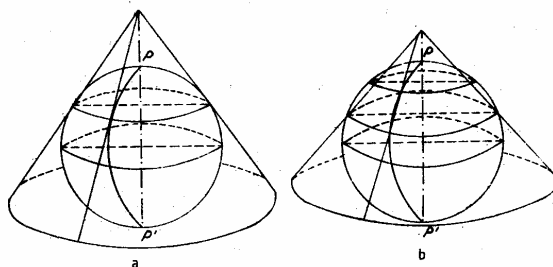


Fig. 13.6. Principiul proiecțiilor conice tangente (a) și secante (b)

După unghiul pe care-l face axa conului cu axa polilor, proiecțiile conice se pot clasifica în: proiecții conice normale, proiecții ecuatoriale sau transversale și proiecții oblice.

Proiecțiile policonice. Pentru proiectarea suprafeței curbe a globului se utilizează mai multe conuri, care sunt tangente la paralele foarte apropiate. Vârfurile acestor conuri se găsesc situate pe o dreaptă ce coincide cu prelungirea axei polilor, iar punctul de perspectivă se consideră în centrul Pământului.

Proiecțiile convenționale. Sunt construite prin metode speciale care diferă de la proiecție la proiecție. În cadrul lor se includ proiecțiile pseudocilindrice și pseudoconice, iar uneori și proiecțiile circulare, cum ar fi: proiecția Grinten, proiecția sferică sau globulară și proiecția Lagrange.

Proiecțiile poliedrice. Se aseamănă oarecum cu cele policonice, suprafața Pământului împărțindu-se după meridiane și paralele în patrulatere foarte mici, care să fie asimilate unor planuri tangente în centrul lor. Pământul nu mai este considerat sferă, ci un poliedru cu un număr foarte mare de fețe.

Proiecțiile derivate. Din grupul acestor proiecții fac parte unele proiecții care derivă din altele; de exemplu, proiecția Aitov, care derivă din proiecția azimutală ecuatorială echidistantă. Tot din aceste proiecții fac parte și proiecțiile întrerupte ale lui Eckert-Goode, Mollweide-Goode etc.

13.2.4. Clasificarea după utilizare

Din acest punct de vedere, proiecțiile cartografice se pot clasifica în: proiecții utilizate pentru hărțile universale, pentru hărțile emisferelor, pentru hărțile continentelor, pentru hărțile țărilor și ale unor părți din ele.

Dintre proiecțiile utilizate pentru hărți universale cităm: proiecțiile Grinten, Mercator, Aitov, Mollweide etc., pentru hărțile emisferelor amintim proiecțiile: azimutală ecuatorială Lambert, azimutală stereografică ecuatorială, azimutală ecuatorială Postel, sferică sau globulară, Mollweide,

azimutală ortografică ecuatorială etc., iar pentru hărțile continentelor, azimutală orizontală Lambert, azimutală ecuatorială Lambert, Bonne, Sanson, azimutală orizontală Postel, azimutală polară Postel etc.

Pentru hărți ale țărilor se întrebuintează proiecții diferite, în funcție de scopul propus. De exemplu, pentru harta de bază a țării noastre se utilizează proiecția cilindrică transversală Gauss-Krüger.

Pentru hărți ale unor porțiuni din țări se folosesc proiecții diferite, în funcție de mărimea teritoriului, de destinația hărții etc.

13.3. Proiecții cartografice

13.3.1. Proiecția azimutală ortografică polară

Proiecția azimutală ortografică polară are punctul de vedere situat la infinit. Razele proiectante sunt paralele între ele și perpendiculare pe planul de proiecție care este considerat tangent la pol.

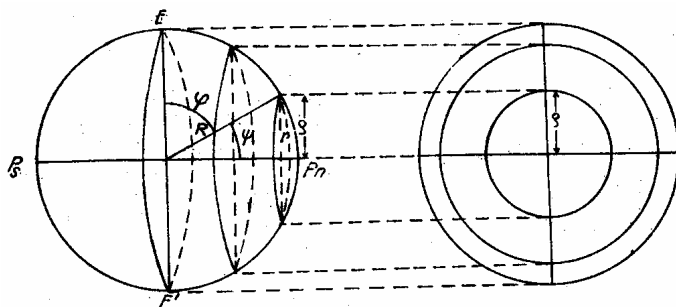


Fig. 13.7. Principiul proiecției ortografice polare

Rețeaua cartografică este formată din cercuri concentrice, care reprezintă cercurile paralele și din razele acestor cercuri, care sunt meridianele.

Ea poate fi realizată *analitic* și *grafic*. În prima metodă se pornește de la calcularea razelor cercurilor paralele. Din figura 13.7. rezultă:

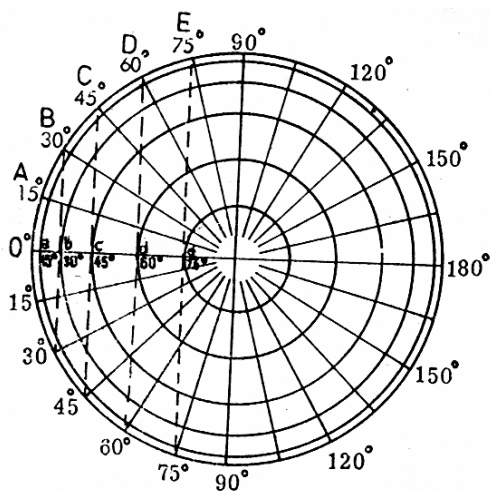
$$\rho = R \cos \varphi = R \sin \psi,$$

în care: ρ este raza cercului paralel care se proiectează; R – raza sferei terestre; φ – latitudinea paralelei care se proiectează; ψ – colatitudinea paralelei care se proiectează.

Meridianele se reprezintă ca raze ale cercurilor, trasate la densitatea stabilită.

Metoda grafică constă în trasarea unui cerc de bază cu raza egală cu a globului terestru redusă la scară și care reprezintă proiecția ecuatorului (fig. 13.8.). Se desenează diametrele vertical și orizontal. Cu ajutorul raportorului, cercul se împarte în atâtea arce de cerc câte solicită densitatea aleasă, de exemplu, prin punctele *A*, *B*, *C*, *D* etc. Aceste puncte reprezintă de fapt intersecțiile meridianelor cu Ecuatorul și se unesc cu centrul cercului rezultând meridianele în proiecția ortografică polară.

Fig. 13.8. Construcția grafică a rețelei cartografice în proiecția ortografică polară



Pentru determinarea razelor cercurilor paralele, se vor coborî perpendiculare pe diametrul orizontal din punctele *A*, *B*, *C* etc., care-l vor intersecta în punctele *a*, *b*, *c* etc. Distanțele de la centrul cercului până la aceste puncte *a*, *b*, *c* etc. sunt tocmai razele cercurilor paralele.

Din punctul de vedere al deformărilor, este o proiecție echidistantă pe paralele, păstrând deci nedeformate distanțele pe paralele.

13.3.2. Proiecția azimutală stereografică oblică

Se caracterizează prin aceea că punctul de perspectivă este situat, pe sferă, diametral opus planului de proiecție, care este tangent sau secant la sferă și paralel cu orizontul punctului considerat (fig. 13.9.), iar razele proiectante sunt divergente din punctul de perspectivă.

Rețeaua cartografică este formată din arce de cerc, excepție făcând meridianul central și cercul paralel al punctului de vedere, care se reprezintă prin linii drepte perpendiculare între ele.

Construcția rețelei cartografice pentru hărți la scară mică se poate executa pe cale grafică datorită faptului că în această proiecție meridianul

central, precum și paralela punctului de vedere se proiectează prin drepte care se intersectează sub un unghi drept, iar punctul de intersecție se găsește la jumătatea distanței dintre punctele ce reprezintă proiecția celor doi poli.

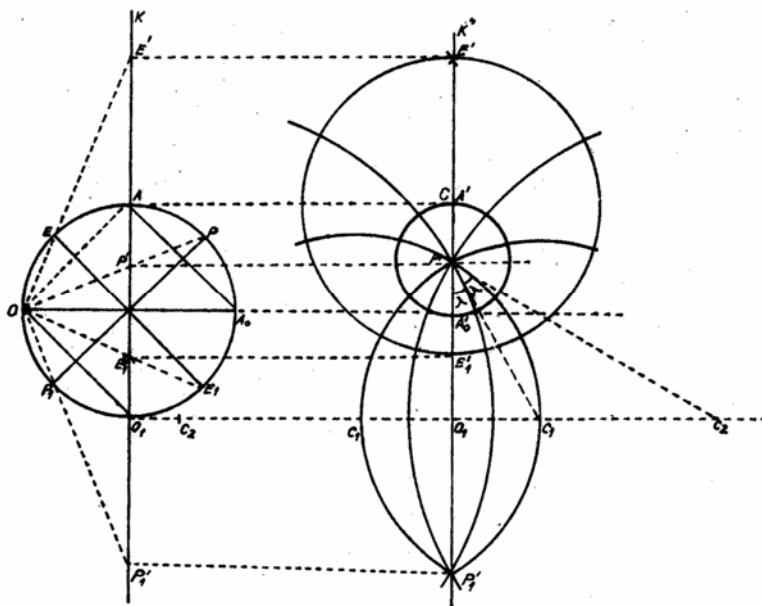


Fig. 13.9. Principiul proiecției stereografice oblice și construcția rețelei cartografice

Deoarece cercurile ce reprezintă meridianele au centrele pe proiecția paralelei punctului de vedere, iar diferența de longitudine dintre proiecțiile meridianelor este aceeași cu diferența de longitudine dintre meridianele de pe sferă, pentru trasarea meridianelor se procedează astfel: se desenează un cerc (fig. 13.9.) de rază R . Punctele P și P_1 reprezintă polii geografici ai Pământului, O este punctul de vedere, iar dreapta OA_0 este diametrul sferei terestre și face cu Ecuatorul un unghi egal cu oblicitatea care este în funcție de latitudinea φ a punctului de tangență (respectiv este egal cu unghiul de colatitudine al punctului A_0). În cazul de față $\varphi = 45^\circ$. Pentru asigurarea clarității construcției grafice, planul de proiecție K se consideră trasat prin centrul sferei. Pe el se proiectează punctele perechi ale cercurilor paralele de pe sfera AA_0EE_1 , OO_1 , precum și polii P , P_1 , obținându-se punctele E' , A , P' , A'_0 , E'_1 , O_1 și P'_1 .

În unul din poli, spre exemplu în P' (fig. 13.9.), se trasează linii care, împreună cu meridianul central, formează unghiurile de longitudine $\lambda = 30^\circ$, conform densității alese; aceste linii se prelungesc până intersectează proiecția paralelei punctului O_1 , rezultând punctele c_1 și c_2 . Din aceste puncte, cu raze egale cu $c_1 P'$ și $c_2 P'$, se desenează arcele de cerc corespunzătoare, care sunt tocmai meridianele în această proiecție. Cu aceeași deschidere de compas se trasează meridianele și la dreapta meridianului central. Pentru obținerea paralelelor se consideră pe planul K' punctele perechi $E' - E'_1$ și $A - A_0$ etc., care reprezintă diametrele paralelelor. De exemplu, pentru trasarea ecuatorului se consideră distanța dintre E' și E'_1 de pe planul K' , căruia i se determină centrul C , acesta fiind centrul cercului ce va reprezenta proiecția ecuatorului; la fel, pentru trasarea paralelei de 45° se consideră dreapta $A A_0$ de pe planul K' , fiind și centrul cercului de 45° din proiecție.

Din punctul de vedere al deformărilor, aceasta este o proiecție conformă; deci păstrează nedeformate unghiurile, deformând însă foarte mult distanțele și suprafețele.

Este utilizată pentru construcția hărților regiunilor situate la latitudini medii, regiuni de formă rotundă. A fost adoptată pentru harta de bază a țării noastre în anul 1933.

13.3.3. Proiecția azimutală stereografică 1970

A fost elaborată pentru a răspunde mai bine necesității impuse de lucrări topocartografice cu caracter civil. Folosește dimensiunile elipsoidului Krasovski. Punctul central al acestei proiecții are coordonatele geografice: $\lambda = 25^\circ 00' 00''$ E Greenwich și $\varphi = 46^\circ 00' 00''$ nord, iar cele rectangulare: $X = 500\,000$ m; $Y = 500\,000$ m, cu precizarea că axa X-lor coincide cu direcția nord-sud.

Planul secant este coborât pe verticala punctului central cu 3 502 m, iar cercul de secanță care constituie și cercul de deformări nule are raza $R = 201,718$ km (fig. 13.10.). Fiind o proiecție stereografică, păstrează nedeformate unghiurile. În privința lungimilor, datorită utilizării planului secant, deformările sunt mai reduse decât în proiecția Gauss. În centrul proiecției, deformarea maximă a lungimilor este de $-0,250$ m/km, iar la periferie de $+0,215$ m (în județele Timiș, Tulcea și Constanța).

„Proiecția stereografică 1970” este utilizată în special pentru lucrări cu caracter cadastral, în sistematizări, arhitectură etc.

Formatul foilor hărților în această proiecție este de trapez și sunt delimitate de proiecțiile meridianelor și paralelelor. Datorită acestui fapt indicativul foilor este comun cu acela al foilor hărții de bază (oficială) a țării, construită în proiecția Gauss-Krüger.

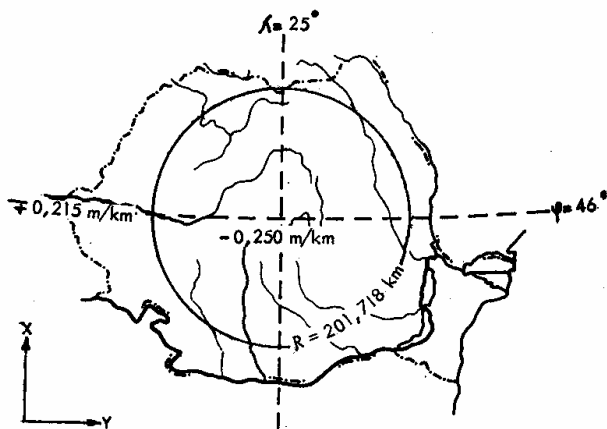


Fig. 13.10.

13.3.4. Proiecția azimutală centrală polară

Are punctul de perspectivă în centrul sferei, iar planul de proiecție este tangent în pol (fig. 13.11.).

Rețeaua cartografică este formată din cercuri concentrice care reprezintă proiecția cercurilor paralele, iar meridianele sunt proiectate ca raze ale cercurilor.

Construcția rețelei cartografice pornește de la determinarea razelor cercurilor paralele, care se poate face prin calcul și grafic. În primul caz, se calculează razele ρ ale cercurilor. Din figura 13.11. rezultă:

$$\rho = R \operatorname{tg} \psi, \quad (13.3.)$$

în care: R – raza globului; ψ – colatitudinea cercului paralel ce se proiectează.

Pentru construirea grafică a rețelei se desenează un sfert de cerc (fig. 13.11.) cu raza egală cu raza sferei terestre, redusă la scară. Se împarte arcul de cerc cu raportorul după densitatea stabilită (de exemplu, din 15 în 15 grade), obținându-se punctele a, b, c, d, e . În capătul razei verticale, care poate fi considerată ca raza polară, se duce planul de proiecție (deci tangent la pol). Din centrul C se duc razele care vor proiecta punctele a, b, c etc. de pe sferă, pe planul de proiecție, prin punctele a', b', c' etc. Aceste puncte determină razele cercurilor paralele de $75^\circ, 60^\circ, 45^\circ$ etc. pe planul de proiecție.

Pentru trasarea meridianelor se împarte un cerc paralel de pe planul de proiecție în arce de cerc corespunzătoare densității stabilite. Prin aceste puncte se duc razele care reprezintă proiecția meridianelor. În figura 13.12.

este redată rețeaua cartografică în această proiecție, pentru o calotă sferică delimitată de paralela de 30° .

Din punct de vedere al deformărilor, aceasta este o proiecție arbitrară care are un singur punct de deformări nule – centrul proiecției – respectiv proiecția polului.

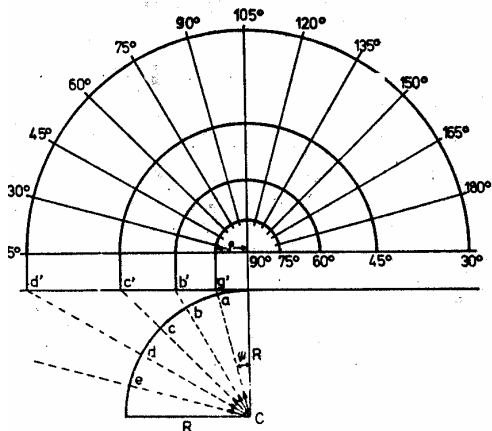
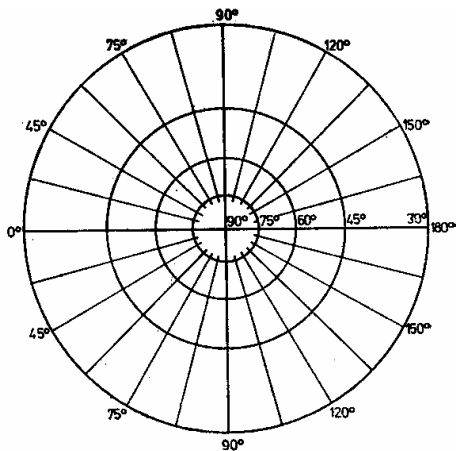


Fig. 13.11.

Fig. 13.12. Rețeaua cartografică în proiecția centrală polară



13.3.5. Proiecția cilindrică Mercator

A fost construită pentru prima dată în 1569 de către cartograful olandez Gerhard Kremer (Mercator).

În această proiecție, suprafața desfășurabilă este cilindrul, care poate fi considerat tangent la Ecuator sau secant la două paralele oarecare. Deci, este o proiecție cilindrică dreaptă.

Atât meridianele, cât și paralelele se reprezintă prin linii drepte paralele și perpendiculare unele pe altele; meridianele se mențin echidistante, iar paralelele se depărtează între ele pe măsura creșterii latitudinii (fig. 13.13.). Astfel, rețeaua are aspectul unor dreptunghiuri alungite din ce în ce mai mult în sensul meridianelor, pe măsura creșterii latitudinii, din care cauză proiecția se mai numește și cu latitudini crescânde.

Construcția rețelei cartografice se realizează calculându-se mai întâi distanța dintre paralele și apoi distanța dintre meridianele.

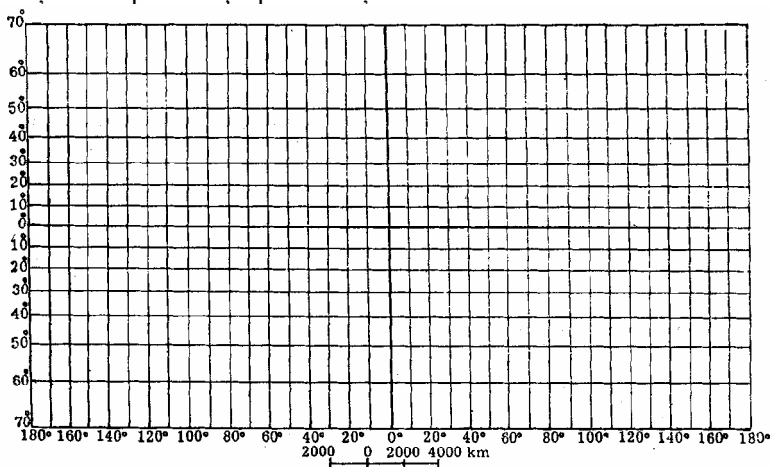


Fig. 13.13. Rețeaua cartografică în proiecția Mercator

Distanța dintre Ecuator și oricare paralelă se poate determina cu ajutorul relației:

$$y = \frac{C}{0,43429} \log \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right), \quad (13.4)$$

în care: C – este raza globului redusă la scară (în cazul când cilindrul este tangent la sferă; dacă cilindrul este secant, atunci $C = R \cos \varphi_0$); φ_0 – este latitudinea paralelei de secanță; φ – este latitudinea paralelei care se proiectează.

Când $\varphi = 90^\circ$, rezultă:

$$y = \frac{C}{0,43429} \log \operatorname{tg} 90^\circ = \infty, \quad (13.5)$$

adică polii nu se pot reprezenta în această proiecție, deoarece se găsesc la infinit față de ecuator.

Distanța dintre meridiane rămâne constantă pentru întreaga rețea și se obține din relația:

$$X = R\lambda \rightarrow \frac{2\pi R\lambda}{360^\circ} = \frac{\pi R 10^\circ}{180^\circ} = \frac{\pi R}{18^\circ} = 0,1745, \quad (13.6)$$

în care: R – este raza globului redusă la scara, iar λ – este diferența de longitudine între două meridiane consecutive.

În această proiecție rețeaua cartografică se construiește practic până la paralelele de $\pm 80^\circ$, deoarece la 90° , $y = \infty$.

Din punctul de vedere al deformărilor, proiecția Mercator este o proiecție conformă, păstrând deci nedeformate unghiurile, deformând însă foarte mult suprafețele. Astfel, la latitudinea de $\pm 60^\circ$, suprafețele sunt mărite de patru ori, iar la latitudinea de $\pm 80^\circ$, de peste 33 ori.

Modul repartiției deformărilor în cadrul rețelei cartografice în proiecția Mercator este prezentat și în figura 13.14. cu ajutorul profilului omenesc.

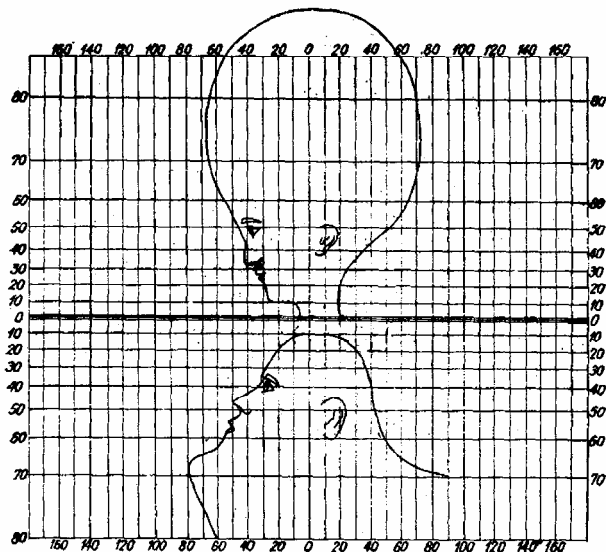


Fig. 13.14. Repartiția deformărilor în proiecția Mercator cu ajutorul profilului omenesc

Datorită deformării foarte mult a suprafețelor, această proiecție nu este indicată a se folosi în construcția hărților didactice pentru că dă o imagine neverosimilă asupra repartiției uscatului pe de o parte, iar pe de alta, asupra regiunilor uscatului situate la latitudini mari. Așa, de exemplu Groenlanda apare ca fiind aproximativ egală cu Africa, deși în realitate Africa este de circa 15 ori mai mare decât Groenlanda. De asemenea, Peninsula Scandinavă apare mai mare decât cele trei peninsule sudice ale Europei considerate împreună: Iberică, Italică și Balcanică, fapt iarăși inexact.

Importanța practică a proiecției Mercator constă în aceea că ea întrunește toate calitățile unei hărți ce se folosește în navigația maritimă.

13.3.6. Proiecția conică Ptolemeu

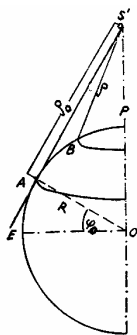


Fig. 13.15. Calculul razelor ρ ale cercurilor paralele în proiecția conică Ptolemeu

A fost propusă de către Claudiu Ptolemeu (87–150). Conul se consideră tangent la sfera terestră după o paralelă dată, iar meridianele se reprezintă ca linii drepte concurente în punctul care este și centrul comun al arcelor ce reprezintă cercurile paralele.

Construcția rețelei cartografice impune calcularea unghiului „ ρ ” cu ajutorul relației: $\delta = \lambda \sin \varphi$ și a razelor „ ρ ” ale cercurilor paralele (fig. 13.15.).

Raza cercului paralel de tangentă:

$$\rho_o = R \operatorname{ctg} \varphi_o = R \operatorname{tg} \psi_o, \quad (13.7)$$

unde:

R este raza sferei terestre redusă la scala propusă;

φ_o – latitudinea paralelei de tangentă;

ψ_o – colatitudinea paralelei de tangentă.

Razele celorlalte cercuri paralele sunt:

$$\rho_i = \rho_o - R (\varphi_i - \varphi_o);$$

sau:

$$\rho_i = \rho_o + R (\varphi_o - \varphi_i),$$

în care:

ρ_i – este raza cercului paralel ce se proiectează;

φ – latitudinea paralelei de tangentă;

φ_i – latitudinea paralelei ce se proiectează.

Observație:

Întotdeauna paralela după care se face tangența se ia în așa fel ca să fie la egală distanță de cercurile paralele extreme ale regiunii de reprezentat. Presupunând că o regiune este delimitată de paralelele de 35^0 și 85^0 paralela de tangență va fi:

$$\varphi_0 = \frac{35 + 85}{2} = 60^0 \quad (13.9.)$$

Cu valorile obținute pentru „ δ ” se trasează o dreaptă verticală, PQ , considerată proiecția meridianului central (fig. 13.16.). De o parte și de alta a acestei drepte se măsoară cu raportorul atâtea unghiuri „ δ ” câte meridiane urmează să fie trasate. Prin punctele care delimitează unghiurile „ δ ” se trasează drepte convergente în punctul P (vârful conului), rezultând rețeaua de meridiane.

Pentru trasarea paralelelor, mai întâi se trasează arcul de cerc ce reprezintă paralela de tangență cu centrul în punctul P .

În raport cu acest arc de cerc și de densitatea rețelei cartografice, se calculează celelalte raze cu care se vor trasa arcele de cerc corespunzătoare.

Din punctul de vedere al deformărilor, aceasta este o proiecție echidistantă pe meridian. În sensul paralelelor scările secundare sunt mai mari decât scara principală, excepție făcând paralela de tangență care este linia de deformări nule. Proiecția conică a lui Ptolemeu este utilizată pentru construcția hărților regiunilor ce se dezvoltă în sens longitudinal și situate la latitudini medii.

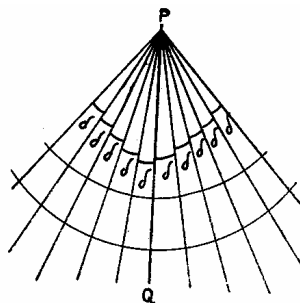


Fig. 13.16. Trasarea meridianelor
în proiecția conică Ptolemeu

13.3.7. Proiecția Mollweide

A fost propusă de matematicianul Mollweide (1774–1835) și mai este cunoscută și sub denumirea de proiecție homalografică sau proiecția Mollweide - Babinet.

Rețeaua cartografică este formată din linii drepte paralele care reprezintă cercurile paralele și care sunt perpendiculare pe meridianul central, reprezentat tot printr-o dreaptă. Restul meridianelor sunt elipse (excepție fac meridianele care se găsesc la o distanță de $\pm 90^\circ$ longitudine de meridianul central și care se reprezintă printr-un cerc).

Construcția rețelei pornește de la un cerc de bază a cărui rază $\rho = R\sqrt{2}$ și suprafața egală cu jumătate din suprafața sferei, deoarece:

$$\pi\rho^2 = \pi(R\sqrt{2})^2 = 2\pi R^2. \quad (13.10)$$

Pe acest cerc (fig. 13.17.) se desenează diametrele vertical $P'nP's$ și orizontal $E'Q'$, primul reprezentând proiecția meridianului central și al doilea, proiecția unei jumătăți de ecuator.

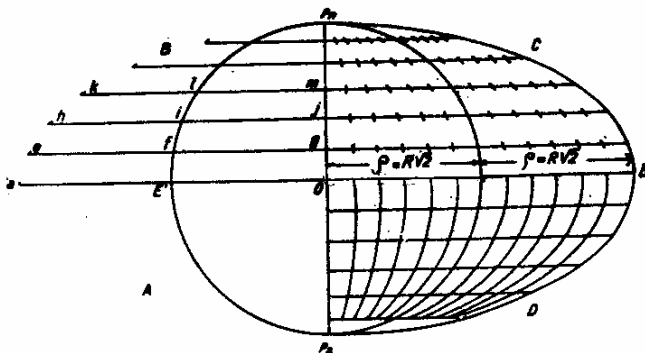


Fig. 13.17. Construcția rețelei cartografice în proiecția Mollweide

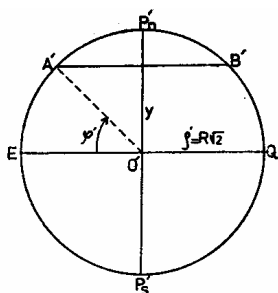


Fig. 13.18. Calculul distanțelor dintre paralele în proiecția Mollweide

Dreapta prin care se reprezintă o paralelă de latitudine φ se trasează la o distanță y față de Ecuator (fig. 13.18.), în așa fel ca suprafața cuprinsă între paralela respectivă și ecuator să fie egală cu $\frac{1}{2}$ din suprafața zonei sferice corespunzătoare de pe glob.

Respectarea acestei condiții impune ca:

$$y = R\sqrt{2} \sin \varphi' \quad (13.11)$$

φ' se determină prin ecuația:

$$\arcsin 2\varphi' + \sin 2\varphi' = \pi \sin \varphi \quad (13.12)$$

Pentru construcția rețelei cartografice, pentru întreaga suprafață a sferei terestre, se va prelungi diametrul orizontal în ambele sensuri cu câte o rază, $\rho = R\sqrt{2}$, obținându-se astfel proiecția întregului Ecuator (fig. 13.17.)

Trasarea meridianelor va începe cu meridianul marginal care se reprezintă printr-o elipsă ale cărei semiaxe sunt:

$$a = 2\rho = 2R\sqrt{2}, \quad b = R\sqrt{2}. \quad (13.13)$$

Se prelungesc toate paralele până la acest meridian marginal și se împart în atâtea părți egale câte solicită densitatea propusă. Prin punctele obținute pe fiecare paralelă, situate la aceeași depărtare de meridianul central, se trasează elipsele care reprezintă proiecția meridianelor.

Meridianele din interiorul cercurilor de bază sunt elipse a căror axa mare este pe direcția meridianului central, iar cele din exteriorul cercului de bază sunt elipse cu axa mare în sensul ecuatorului.

Rețeaua cartografică în proiecția Mollweide pentru întreg globul este reprezentată în figura 13.19. în care se pot urmări și deformările cu ajutorul profilului omenesc.

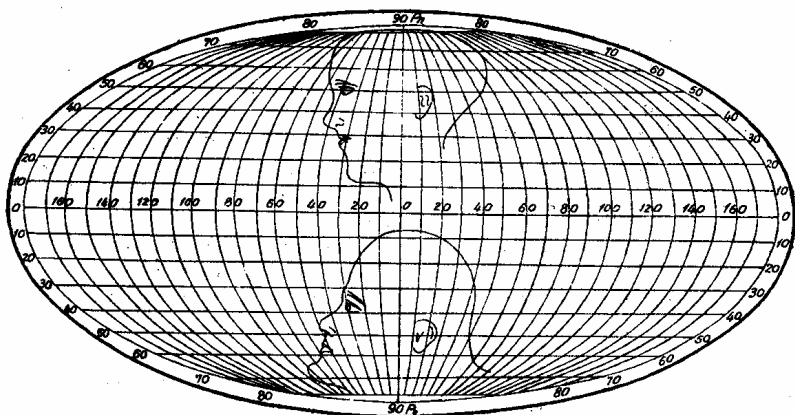


Fig. 13.19. Aspectul rețelei cartografice în proiecția Mollweide și repartitia deformărilor cu ajutorul profilului omenesc

Proiecția Mollweide este o proiecție echivalentă, deci un cerc infinit mic de pe sferă se va reprezenta printr-o elipsă echivalentă. Deformările cresc o dată cu depărtarea de meridianul central, dar mai ales în exteriorul cercului de bază.

Scara pe paralele este aceeași pentru toate punctele de pe o paralelă și se modifică o dată cu schimbarea latitudinii, cât și a longitudinii.

Deformările unghiulare cresc o dată cu latitudinea, iar punctele de deformări nule sunt pe meridianul central la latitudini de $\pm 40^{\circ}44'$.

Proiecția se întrebuințează pentru hărți universale, ale emisferelor sau ale unor regiuni întinse.

13.3.8. Proiecția Grinten

A fost propusă în anul 1904 și aparține lui Van der Grinten. Se urmărește respectarea a trei condiții: de-a lungul ecuatorului să nu fie deformări, aspectul rețelei cartografice să fie circular și deformările până la latitudinile de $\pm 60^{\circ}$ să fie mici, permițând o reprezentare cât mai corectă a conturilor continentelor.

Meridianele și paralelele sunt arce de cerc, excepție făcând meridianul central și ecuatorul, care sunt reprezentate prin linii drepte perpendiculare între ele.

Pentru construcția rețelei cartografice se desenează un cerc cu raza $\rho = \pi R$ (deci cu jumătate din circumferința terestră), redusă la scara aleasă, căruia i se trasează diametrul vertical și orizontal.

Presupunând că densitatea este de 30° , pentru trasarea meridianelor se împarte raza EO (fig. 13.20.) în trei părți egale prin punctele A și B care se unesc cu punctul P .

Din punctele a și b , care reprezintă mijlocul dreptelor AP și BP , se ridică perpendiculare ce se prelungesc până intersectează diametrul orizontal sau prelungirea acestuia în punctele C_1 și C_2 . Aceste puncte sunt centrele arcelor de cerc prin care se reprezintă meridianele. Cu aceeași deschidere de compas se pot trasa meridianele și în emisfera din dreapta, căutând corespondentele lui C_1 și C_2 pe dreapta OE sau prelungirea acesteia.

Pentru construcția paralelelor, se împarte raza OP (fig. 13.21.) în trei părți (la densitatea propusă), prin punctele c și d , cu latitudinile de: $\varphi_c = 30^{\circ}$ și $\varphi_d = 60^{\circ}$. Pentru construcția paralelei de 60° , de exemplu, se duce prin punctul d o paralelă (MN) la Ecuator. Apoi se unește un capăt al ecuatorului, spre exemplu E , cu un pol (P). Dreapta EP va intersecta pe MN în punctul m . În continuare atât punctul m , cât și M se unesc cu capătul opus al ecuatorului (E_1) rezultând, la intersecția acestor drepte cu meridianul mijlociu PP' , punctele e și g . Prin punctul e se mai duce o paralelă (RS) la Ecuator. În

această situație, punctele R , g și S sunt situate pe arcul de cerc ce reprezintă paralela de 60° . Pentru trasarea acestuia se unesc punctele R , g și S între ele rezultând dreptele Rg și Sg , cărora li se determină mijlocul. Din punctele obținute (u și v), se ridică perpendiculare care se prelungesc până când întâlnesc diametrul vertical sau prelungirea acestuia în punctul C , care reprezintă centrul cercului paralel de 60° . Din C , cu o rază egală cu CR , se descrie arcul de cerc ce trece prin cele trei puncte.

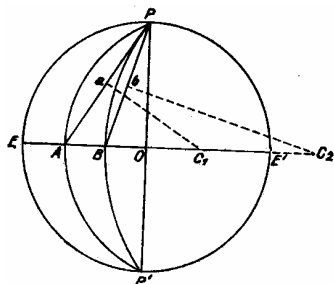


Fig. 13.20. Construcția meridianelor în proiecția Grinten

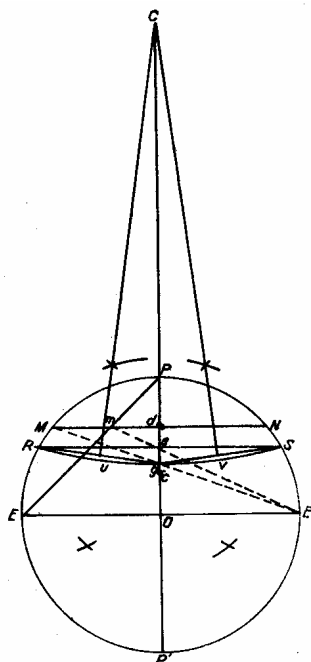


Fig. 13.21. Trasarea paralelelor în proiecția Grinten

Pentru trasarea celorlalte paralele se procedează identic.

Astfel, se obține rețeaua de meridiane și paralele în proiecția Grinten (fig. 13.22.), în care se pot urmări și deformările cu ajutorul profilului uman.

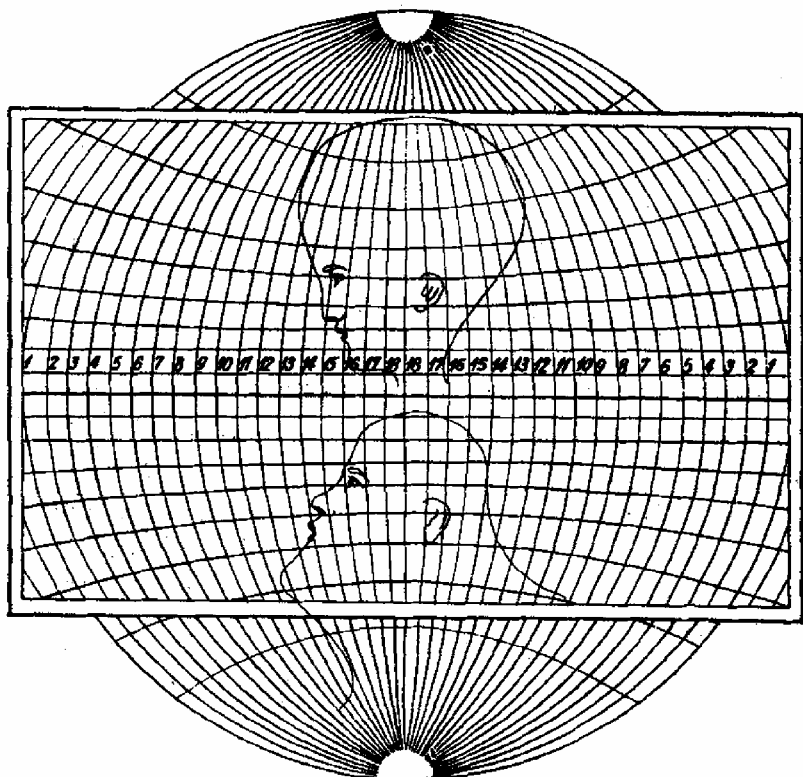


Fig. 13.22. Rețeaua cartografică în proiecția Grinten și repartitia deformărilor cu ajutorul profilului uman

Din punctul de vedere al deformărilor, proiecția Grinten este o proiecție arbitrară, care deci nu păstrează nimic nedeformat, cu excepția meridianului central și ecuatorului pe care este echidistantă.

Proiecția Grinten este utilizată pentru hărți universale la scări mici, iar în țara noastră, pentru construcția planiglobului fizic și politic la scara 1: 22 000 000, hărți utilizate în învățământ.

13.3.9. Proiecția globulară sau sferică

A fost propusă de către italianul Nicolozzi (1610–1670) și este numită astfel după aspectul rețelei cartografice.

Atât meridianele cât și paralelele se reprezintă prin arce de cerc, exceptând meridianul central și Ecuatorul, care sunt linii drepte perpendiculare între ele.

Construirea rețelei cartografice se realizează diferit în funcție de scările hărților. Pentru hărți la scări mari se calculează coordonatele X și Y ale punctelor de intersecții dintre meridianele și paralele. Pentru hărți la scări mici se pornește de la un cerc cu raza $\rho = \frac{\pi R}{2}$, în care R este raza sferei terestre

redușă la scară. Cu această rază se desenează un cerc (fig. 13.23.) în care se trasează diametrul vertical PP' , care reprezintă meridianul central, și cel orizontal EE' , care reprezintă ecuatorul. Pentru a obține meridianele la o densitate de 30° , se împarte o rază a diametrului orizontal în trei părți egale prin punctele 1 și 2, care se unesc cu unul din poli prin linii drepte. De la jumătatea acestor drepte, se duc perpendiculare până ce întâlnesc diametrul orizontal sau prelungirea acestuia în punctele S_1 și S_2 . Punctele de intersecții ale perpendicularelor cu diametrul vor fi centrele cercurilor meridianale care urmează să fie trasate.

Pentru trasarea paralelelor, se împarte o rază a diametrului vertical (de exemplu OP'), precum și arcul de cerc alăturat (EP') în trei părți egale prin punctele A și B pe cerc și a , b pe rază. Se unesc punctele A cu a și B cu b , iar din mijlocul segmentelor $A - a$ și $B - b$ se duc perpendiculare care se prelungesc până vor intersecta prelungirea diametrului vertical în punctele c_1 și c_2 (fig. 13.23.). Din aceste puncte, luate ca centre, se trasează arcele de cerc AA' și BB' , care reprezintă cercurile paralele de 30° și 60° în proiecție. În continuare, cu aceeași deschidere de compas, se trasează proiecțiile paralele de aceeași valoare și în jumătatea opusă a cercului de bază.

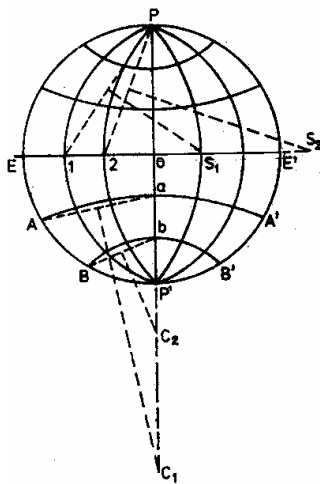


Fig. 13.23. Construcția rețelei cartografice în proiecția globulară

Din punct de vedere al deformărilor, această este o proiecție arbitrară echidistantă pe meridianul central și Ecuator.

13.3.10. Proiecția stelată

Numită astfel după aspectul rețelei, proiecția se prezintă în mai multe variante, cu 4, 5, 6 și 8 colțuri dispuse în sensul meridianelor. În general, ele derivă din proiecția Postel considerată însă pentru întreg globul terestru.

Paralelele se reprezintă prin cercuri concentrice echidistante, iar meridianele prin linii drepte și frânte.

Proiecția stelată cu 8 colțuri. Construcția acestei rețele pornește de la două cercuri concentrice cu razele $\rho_1 = \frac{\pi R}{2}$ și $\rho_2 = \pi R$ (fig. 13.24.) al căror centru comun, punctul P , reprezintă proiecția unui pol, iar cercul de rază ρ_1 este proiecția ecuatorului. Acest cerc se împarte în 18 arce (deoarece densitatea este de 20°) prin punctele $1, 2, 3$ etc. (fig. 13.24.), care se unesc cu centrul C situat în P .

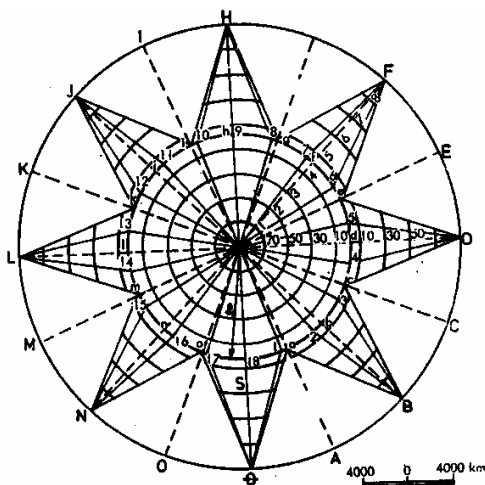


Fig. 13.24. Construcția rețelei cartografice în proiecția stelată cu 8 colțuri

Cercul mare de rază ρ_2 se divide în 16 părți prin punctele A, B, C etc. Acestea se unesc cu centrul P și rezultă pe cercul de rază ρ_1 punctele a, b, c, d, e ... etc. În continuare, se unesc punctele θ cu a , a cu B , B cu c , c cu D și așa mai departe, obținându-se astfel cele 8 colțuri ale proiecției. Celelalte meridiane (la o densitate de 20°) rezultă din unirea punctelor 1 cu θ , 2 și 3 cu B , 4 și 5 cu D etc.

Pentru trasarea cercurilor paralele, se împarte una din razele cercului mare (de rază ρ_2) în nouă părți egale. Distanțele $P - 1', P - 2', P - 3'$ etc.

reprezintă razele cercurilor paralele de 70° , 50° , 30° , din emisfera nordică. Pentru paralelele de 10° , 30° , 50° și 70° din emisfera sudică, razele vor fi: $P - 5'$, $P - 6'$, $P - 7'$ și $P - 8'$. Avantajul acestor proiecții constă în aceea că dau posibilitatea unei priviri de ansamblu fie asupra continentelor, fie asupra bazinelor oceanice, în funcție de scopul propus. Prezintă însă și dezavantaje, în sensul că prin însăși construcția lor nu dau posibilitatea unei reprezentări continue a uscatului și a apei.

Proiecția stelată cu 5 colțuri (fig. 13.25.), variantă frecvent întâlnită pe copertele atlaselor, este cea mai avantajoasă pentru reprezentarea continentelor. Proiecția stelată cu 6 colțuri (fig. 13.26.) este cunoscută sub denumirea de proiecție Jäger – Petermann.

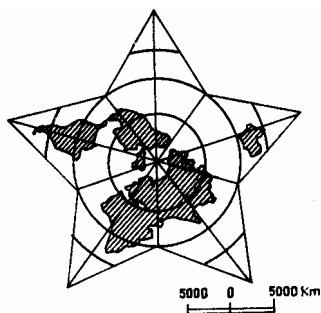


Fig. 13.25. Proiecția stelată
cu cinci colțuri

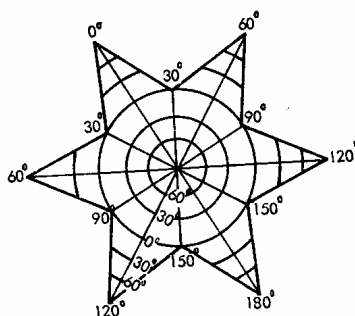


Fig. 13.26. Proiecția stelată
Jäger – Petermann

14. ÎNTOCMIREA HĂRȚILOR TEMATICE

Prin *lucrările de întocmire a hărților* se înțelege întregul complex de operații prin care se pregătește și se definitivează originalul hărții sau originalul de autor.

14.1. Lucrările redacționale pregătitoare

Lucrările redacționale pregătitoare se referă la o activitate de documentare detaliată, care cuprinde o etapă de cabinet și una de teren.

În urma documentării se elaborează un **plan** al hărții, care va cuprinde toate datele necesare referitoare la:

- ⇒ denumirea și destinația hărții;
- ⇒ scara de reprezentare și dimensiunile hărții;
- ⇒ baza geografică ce va fi utilizată pentru harta respectivă;
- ⇒ metodele de reprezentare care vor fi utilizate;
- ⇒ structura legendei, care este uneori foarte complexă.

Când originalul hărții este complex, programul este însoțit de o *schemă* sau *machetă* a viitoarei hărți.

Tot în programul hărții sunt cuprinse **sursele documentare** după care se va întocmi noua hartă. Acestea reprezintă totalitatea surselor de informații necesare întocmirii hărții. Studiul și selectarea acestor materiale prezintă o importanță deosebită, în funcție de ele putându-se modifica chiar programul inițial al hărții. În cadrul surselor documentare, *materialele cartografice* ocupă un loc principal și cuprind:

- ⇒ hărți generale și speciale la diferite scări (dintre acestea se aleg în primul rând hărțile care sunt la scări mai apropiate de scara viitoarei hărți). Pentru întocmirea anumitor hărți speciale (ca de exemplu hărțile geomorfologice), hărțile topografice au rolul de bază inițială și suport pentru evidențierea trăsăturilor reliefului;

- ⇒ hărți sau schițe obținute direct pe teren.

Pentru unele categorii de hărți tematice, *materialele fotogrammetrice* constituie o sursă de documentare cu valoare deosebită, care completează informațiile oferite de hărțile topografice.

Se utilizează și diferite *alte surse documentare*, ca: anuare statistice, indicatoare de localități, rapoarte, scrieri literare ce cuprind descrieri geografice, literatură geografică, documente istorice, dicționare etc.

14.2. Întocmirea originalului hărții

Realizarea *originalului hărții (originalului de autor)* se poate face la aceeași scară cu cea a viitoarei hărți, la o scară mai mare sau la o scară mai mică. Este preferabil să fie la aceeași scară sau la o scară mai mare, deoarece prin micșorarea ulterioară se reduc eventualele imperfecțiuni, mai ales în ceea ce privește inscripțiile.

Se începe cu plasarea și desenarea semnelor (de exemplu, cercuri proporționale, pătrate, triunghiuri, sectoare de cerc etc.), apoi se trece la scrierea denumirilor, respectând normele în vigoare, după care se copiază, după o hartă generală, baza geografică sau topografică: rețeaua hidrografică, căile de comunicație, localitățile, adică acele elemente din conținutul hărții care sunt direct implicate în interpretarea unor fenomene ce constituie conținutul hărții speciale și care în același timp conferă hărții speciale precizia reprezentării, necesară oricărei hărți. În funcție de conținutul hărții speciale, pentru baza geografică se selectează numai acele elemente care ajută la completarea conținutului respectivei hărți speciale, eliminându-se cele care ar încălca în mod inutil harta.

Inscripțiile de pe original trebuie alese și dispuse astfel încât să nu supraîncarce harta, rolul lor fiind acela de a da lămuriri suplimentare asupra conținutului viitoarei hărți tematice.

Realizarea unor hărți tematice la scară mai mică decât materialele cartografice utilizate ca bază de documentare impune *selectarea* și *generalizarea cartografică*.

Prin *selectare* „se înțelege alegerea obiectelor de același gen care urmează să fie trecute pe hartă; este vorba deci de contururile, liniile și punctele de pe hartă (de exemplu, selecționarea conturilor pădurilor, a liniilor care reprezintă râuri și pâraie etc.)”. Generalizarea cartografică este „procesul de selectare și de sintetizare a conținutului hărții în scopul realizării unei reprezentări verosimile din punct de vedere științific” (G. A. Isacenko, 1960).

Generalizarea cartografică reprezintă o operație importantă și complicată și se împarte în *generalizarea generală* și *generalizarea specială*.

Generalizarea generală corespunde lucrărilor de redactare și de pregătire, iar **generalizarea specială** se referă la stadiul de pregătire a originalului și include:

- *generalizarea conturilor*;

- *generalizarea diferențierii calitative*, adică reducerea numărului de deosebiri calitative și înglobarea lor în categorii mai largi; de exemplu, pe o hartă la scara 1: 25 000 pot fi reprezentate trei tipuri de mlaștini, iar pe o hartă la scara 1: 100 000, numai un tip;
- *generalizarea cantitativă*, adică reducerea numărului de deosebiri cantitative dintre elemente sau înglobarea diferitelor elemente în spații mai largi; de exemplu, pe o hartă la scara 1: 25 000, casele se prezintă izolate, dar pe o hartă la scara 1: 100 000 se reprezintă grupate în cvartale (fig. 14.1.);

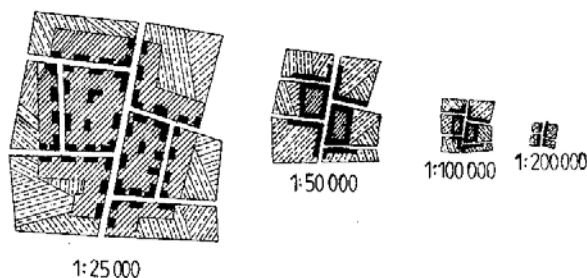


Fig. 14.1. Generalizarea localităților

- *trierea conținutului hărții* se realizează prin eliminarea unor elemente secundare dintr-o categorie de elemente (la scări mici se elimină localitățile sub un anumit număr de locuitori) și prin eliminarea din conținutul hărții a unei întregi categorii de elemente (la scări mici nu se mai reprezintă arealele mici ocupate de vii, fânețe etc.);
- *înlocuirea elementelor individuale prin grupe de elemente* (în loc de areale separate ocupate de tufăriș și iarbă, se conturează un singur tip de areal, ocupat de tufăriș și iarbă).

Generalizarea face uz de diferite procedee de simplificare, de schematizare a conturilor și liniilor. Însă, simplificarea sau schematizarea nu trebuie să fie înțeleasă ca făcându-se în mod mecanic, ci, dimpotrivă, prin „păstrarea tuturor indicilor principali ai unui anumit obiect geografic raportat pe hartă și reflectarea tuturor particularităților sale individuale” (G.A. Isacenko, 1960).

Principiile generalizării cartografice sunt:

- *principiul corelației între elementele componente ale reprezentării cartografice*; de pildă: corelația dintre relief și hidrografie;
- *principiul plenitudinii și al detalierei generalizării*; de exemplu: reprezentarea a cât mai multor detalii fără discontinuități în conținutul hărții;

înlăturarea tendinței de a lăsa prea multe elemente sau de a elimina prea multe, rămânând goluri;

- *principiul omogenității conținutului hărții*: generalizarea trebuie să fie omogenă pentru toate foile care compun aceeași hartă;

- *principiul succesiunii în generalizare*: generalizarea trebuie să înceapă cu selectarea elementelor importante și se continuă cu cele mai puțin însemnate, până se realizează densitatea necesară asigurării unui nivel științific ridicat; de exemplu: se trec mai întâi autostrăzile, șoselele naționale etc. și abia apoi, în măsura permisă de scara de reprezentare și de tematica hărții și drumurile de mai mică importanță;

- *principiul exagerării raționale în procesul generalizării*: exagerarea elementelor caracteristice ale regiunii sau a acelor care interesează scopul hărții; de exemplu: pe o hartă turistică se reprezintă cabanele mult mai mari sau se trec traseele turistice, care pentru alte hărți nu prezintă importanță și nu se reprezintă ș.a.m.d.

Generalizarea este în funcție de *scara* hărții și de *destinația* ei. Astfel, cu cât scara va fi mai mică, cu atât generalizarea va fi mai intensă, și invers. Destinația hărții joacă, de asemenea, un rol important în generalizare. De exemplu, dacă ne referim la hărțile generale, o hartă geografică generală de informare științifică este mai detaliată decât o hartă geografică generală didactică.

Definitivarea întocmirii originalului hărții. O ultimă operație în cadrul lucrărilor de întocmire a originalului hărții o constituie verificarea minuțioasă a acesteia sub toate aspectele, atât al exactității, al utilizării și desenării semnelor convenționale corespunzătoare, cât și al racordării (în cazul în care viitoarea hartă se compune din mai multe foi). Se urmărește racordarea exactă a granițelor, căilor de comunicație, localităților, curbelor de nivel, arealelor cu diferite moduri de utilizare a terenurilor, inscripțiilor etc. În cazul constatării unor erori, acestea se corectează.

În concluzie, lucrările pentru întocmirea hărților necesită o activitate laborioasă care implică, pe de o parte, o documentare temeinică, prin folosirea tuturor materialelor sau izvoarelor cartografice, iar pe de alta, respectarea tuturor normelor sau instrucțiunilor cuprinse în programul hărții.

14.3. Metode de reprezentare

În procesul întocmirii hărților tematice, un rol important îl are trecerea elementelor de conținut ale hărților de pe materialele cartografice pe originalul hărții. În acest scop se folosesc metode adecvate, care pot fi împărțite în două mari grupe: metode statistice și metode cartografice.

14.3.1. Metode statistice

Prin conținutul lor, *metodele statistice* sunt utilizate pentru reprezentarea anumitor indicatori statistici, iar amplasarea lor pe hartă nu este condiționată de elementele geografice, ci se poate face în mod arbitrar. Din această categorie fac parte: diagrama, cartograma și cartodiagrama.

14.3.1.1. *Diagrama* este o metodă de reprezentare grafică ce aparține, în primul rând, statisticii, dar larg utilizată și în geografie. Ea permite compararea simultană a mai multor date și desprinderea unor concluzii științifice cu mai multă operativitate decât în cazul consultării unor tabele cu date. Pentru întocmirea acestora se folosesc: un sistem de coordonate, scări grafice și figuri geometrice (dreptunghiuri, pătrate, cercuri, sfere, cuburi etc.).

În ceea ce privește *sistemul de coordonate*, se disting două tipuri principale: coordonatele rectangulare (ortogonale sau carteziene, fig. 14.2. a) și coordonate polare (fig. 14.2. b). De exemplu, punctul P are unghiul ω de 45° și raza $\rho = 2,5$ cm. Se pot folosi și coordonatele sferice (fig. 14.2. c).

Scările grafice cele mai utilizate sunt: scara aritmetică, scara logaritmică, scara probabilistică. Scara aritmetică (uniformă sau liniară) se caracterizează prin uniformitatea intervalelor care împart axele și care corespund unei unități de lungime (fig. 14.3. a). Scara logaritmică (fig. 14.3. b) are intervalele inegale, rezultând din utilizarea logaritmului zecimal al numerelor ce corespund intervalelor ($\log_{10} n$). Este o scară neuniformă sau neliniară. Scara probabilistică se construiește pe baza legii repartiției normale (fig. 14.3. c). Centrul de simetrie al scării îl constituie frecvența de 50%. Are o utilizare mai restrânsă, în special în testarea normalității datelor.

Rezultatul reprezentării grafice a datelor numerice îl constituie diagramele. Acestea pot folosi fie numai câte un tip de scară pe ambele axe (de exemplu diagramele dublu logaritmice, fig. 14.4. a), fie pot combina două tipuri de scări (câte un tip pentru fiecare axă: diagramă semilogaritmică, fig. 14.4. b).

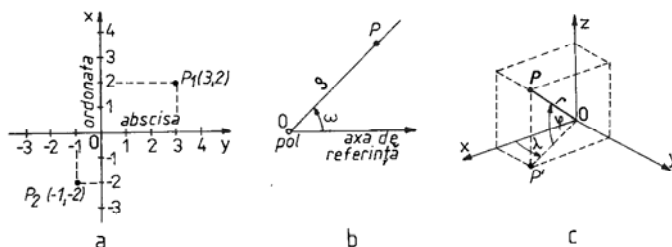


Fig. 14.2. Reprezentarea grafică a unui punct P în diferite sisteme de coordonate: a – rectangulare; b – polare; c – sferice.

Fig. 14.3. Tipuri de scări: a – scară aritmetică;
b – scară logaritmică;
c – scară probabilistică
(După Maria Rădoane și col.).

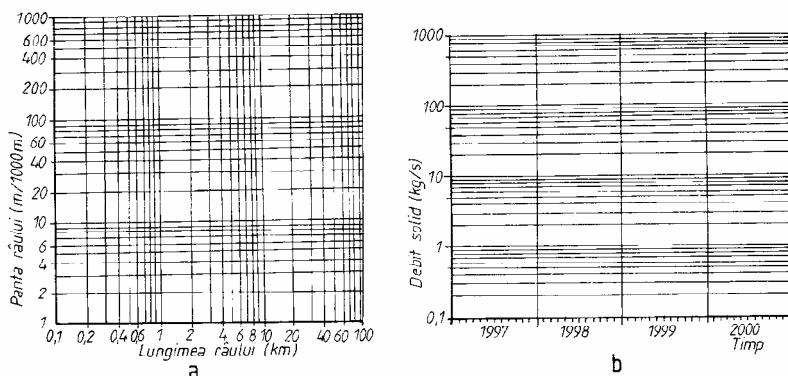
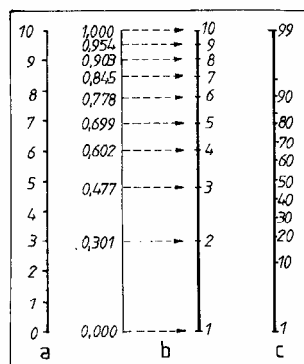


Fig. 14.4. Tipuri de scări: a – scară dublu logaritmică; b – scară semilogaritmică.

Un element care nu poate lipsi nici unei diagrame este *legenda*. Ea constă în explicarea culorilor, hașurilor, semnelor folosite și se amplasează, de regulă, în afara diagramei, fie sub abscisă, fie în dreapta reprezentării, urmărindu-se estetica. Trebuie subliniat că ordonarea datelor numerice este necesară și ea se poate face în ordine crescândă sau descrescândă. Hașurarea sau colorarea se face pornind de la principiul conform căruia cu cât un fenomen este mai important (mai mare) cu atât trebuie să fie reprezentat mai accentuat. Există însă și excepții, ca de pildă în cazul în care dorim să subliniem prin desen tocmai slaba reprezentare a unui anumit fenomen sau element și atunci acesta se va colora sau hașura mai intens.

Titlul diagramei trebuie formulat clar, concis și complet și trebuie să concorde cu conținutul diagramei. Este greșit a menționa în titlul acesteia: „Diagrama cu ...” deoarece prin conținut și mod de reprezentare ea exprimă acest lucru.

Datorită faptului că se utilizează date statistice sau rezultate ale unor măsurători este obligatoriu ca în titlu sau în legendă să se menționeze data la care respectivele date erau valabile.

Diagramele sunt deci reprezentări grafice care se realizează cu ajutorul figurilor geometrice și sunt de două tipuri: simple și complexe.

Diagramele simple se împart în: diagrame în coloane, diagrame în benzi, cronograme, diagrame prin pătrate și diagrame prin cercuri proporționale. Prin adăugarea unor noi informații diagramelor simple se obțin **diagramele complexe**: diagrama prin sectoare circulare, diagrama prin dreptunghi, diagrama prin pătrat, diagrama triunghiulară etc.

Diagrama prin coloane este cel mai frecvent utilizată, foarte sugestivă și ușor de realizat. Într-un sistem de coordonate rectangulare (XOY) pe ordonată se notează scara reprezentării, iar pe abscisă bazele coloanelor, care trebuie să fie egale.

Coloanele pot fi desenate una lângă alta (alăturate, alipite, fig. 14.5. a), suprapuse (în aflux, fig. 14.5. c), distanțate (dispuse izolat, fig. 14.5. b). În acest ultim caz, distanța dintre coloane trebuie să fie proporțională cu intervalele de ani care le separă, când seriile sunt discontinue, alegându-se în acest scop o scară corespunzătoare, de exemplu de 0,5 cm pentru un an. Când seriile sunt continue, coloanele pot fi alăturate sau la distanțe egale.

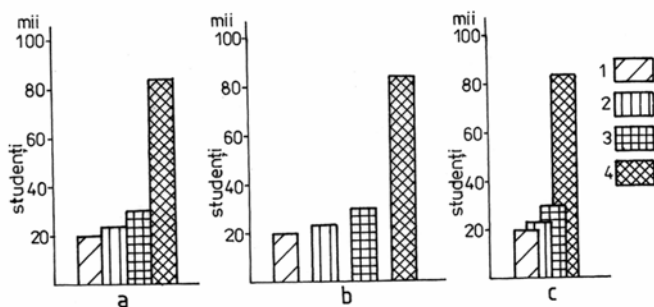


Fig. 14.5. Diagrama în coloane: a – alăturate; b – izolate; c – în aflux
(1 – Timișoara; 2 – Cluj-Napoca; 3 – Iași; 4 – București).

Disponerea coloanelor în aflus este recomandată pentru a face comparații între fenomene și mărimi diferite pentru anumite intervale sau pentru reprezentarea pe grupe de intervale a fenomenelor diferite, dar care aparțin aceluiași grup. Coloanele se suprapun pe jumătatea lățimii lor, având grijă ca și valorile mai mici să fie vizibile (fig. 14.5. c). De exemplu, se poate reprezenta evoluția numărului de locuitori în trei ani de referință pentru mai multe comune.

Coloanele rezultate se pot colora sau hașura. Când coloanele au lățimea mai mică de 0,5 cm se recomandă înnegrirea lor, iar dacă sunt mai late se hașurează.

Un alt mod de realizare a diagramei în coloane este acela prin care pe abscisă se trec valorile variabilei care delimitează clasele, iar pe ordonată valorile frecvențelor de clasă.

Diagrama în benzi se realizează în același sistem de coordonate rectangular, dar inversat față de diagrama în coloane, adică scara reprezentării se notează pe abscisă (OX), iar bazele benzilor, pe ordonată (OY), axă care de obicei se plasează în partea stângă. Acest tip de diagramă se poate realiza atât prin dreptunghiuri, cât și prin linii, care se pot dispune în diferite moduri (fig. 14.6.). Dreptunghiurile, cât și intervalele dintre ele sunt mai înguste și sunt așezate în poziție orizontală.

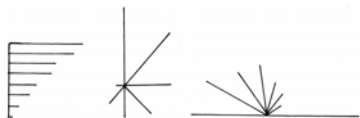


Fig. 14.6. Moduri de dispunere a diagramelor în benzi

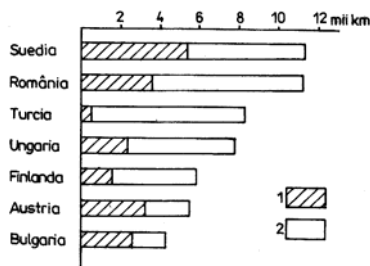


Fig. 14.7. Diagrama structurală în benzi. Structura căilor ferate în câteva țări în anul 1990 (1 – cale ferată electrificată; 2 – cale ferată neelectrificată)

Diagrama în benzi se întrebuințează pentru reprezentarea grafică a lungimii unor fluvii, râuri, șosele, căi ferate etc.

Dacă în cadrul benzilor indicăm și structura (fig. 14.7.) obținem o diagramă structurală (complexă) în benzi. Metoda se poate aplica și diagramelor simple în coloane și se obțin diagrame structurale în coloane.

Piramida structurală constituie o variantă a diagramei în benzi. Se utilizează în geografia umană pentru reprezentarea grafică a distribuției populației pe vârste sau grupe de vârstă și sexe (*piramida grupelor de vârstă*, *piramida vârstelor*), în biogeografie pentru evidențierea structurii pe verticală a asociațiilor vegetale (piramida trofică). În cazul piramidei vârstelor pe verticală se reprezintă vârstele sau grupele de vârstă (bilateral, pe cele două sexe), iar pe axa orizontală se utilizează o scară grafică pe care se reprezintă, pornindu-se de la punctele de origine spre stânga și spre dreapta, numărul de persoane.

Trebuie menționat că pe scara verticală se pot reprezenta vârstele din an în an sau grupele de vârstă, ca de pildă din 5 în 5 ani (fig. 14.8.). Există și alte modalități de realizare a piramidei vârstelor: populația poate fi exprimată în procente, vârsta se poate nota pe axa verticală plasată în stânga diagramei etc.

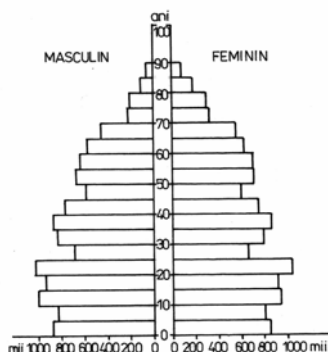


Fig. 14.8. Reprezentarea populației României pe grupe de vârstă și sexe (7 I 1992) prin piramidă structurală

Pe același grafic se poate figura distribuția populației pe vârste și sexe într-un an sau pe doi ani de referință. Dacă se adaugă și date referitoare la repartitia pe medii (urban, rural) piramida devine și mai completă. Evidențierea diferitelor tipuri de informații se obține colorând sau hașurând diferit benzile diagramei.

Cronograma sau historiograma se utilizează pentru reprezentarea dinamicii fenomenelor, tot într-un sistem de coordonate rectangular. Pe abscisă (OX) se marchează timpul (perioada sau anii de referință) stabilind o scară convenabilă, în care un anumit număr de milimetri să corespundă unui interval de timp (de exemplu un an, cinci ani etc.). Dacă anii pentru care dispunem de date statistice sunt la intervale egale (de exemplu: 1875, 1900, 1925, 1950, 1975, 2000), axa orizontală se va împărți în segmente (intervale) egale. Dacă însă intervalele de timp sunt inegale (de exemplu: 1950, 1960,

1965, 1998, 2000) se va ține seama de scara grafică stabilită, în acest caz abscisa urmând a fi împărțită în intervale proporționale ca lungime cu diferența de timp între anii de referință. Pe ordonată se fixează scara reprezentării, construirea coloanelor realizându-se ca și la diagrama în coloane.

Cronograma în coloane se poate înlocui cu **poligonul frecvențelor**, care se poate construi direct, fără a mai fi nevoie de coloane, prin ridicare de perpendiculare din dreptul fiecărei diviziuni de pe ordonată și de pe abscisă. Punctele rezultate din intersecția acestor perpendiculare se unesc printr-o linie care poate avea forme și grosimi diferite (linii continue, întrerupte, groase, subțiri etc.), negre sau în diferite culori.

Cronogramele pot fi *simple* când se exprimă dinamica în timp a unui fenomen (fig. 14.9.) sau *combinate* când reprezintă fenomene corelate, de exemplu dinamica natalității, mortalității și sporul natural în România, în anii 1971, 1981 și 1991 (fig. 14.10.).

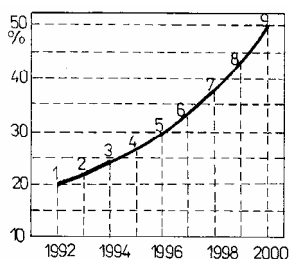


Fig. 14.9. Cronograma simplă

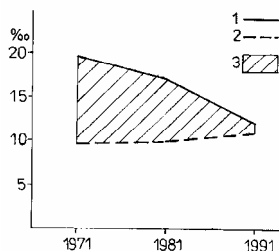


Fig. 14.10. Cronograma combinată

Dacă intervalele de pe abscisă sunt foarte mici, pentru a se putea reprezenta dinamica fenomenelor pe un număr mare de ani, unghiurile liniei frânte se atenuează, linia luând aspectul unei curbe cunoscute sub numele de *curba frecvențelor* sau *curba de frecvență*.

Curba cumulativă constituie o altă variantă, folosită în geografia umană, în geomorfologie etc. Aceasta se obține prin însumarea valorilor frecvenței relative (a fiecărui element în parte), rezultând o linie continuă între 0 și 100% (fig. 14.11.).

Diagrama polară se construiește într-un sistem de coordonate polare, scara plasându-se de obicei pe raza orizontală din dreapta sau pe cea verticală în partea de sus. Raza cercului este egală cu media valorilor seriei pe care o reprezentăm. Acest tip de diagramă este sugestivă pentru reprezentarea fenomenelor de variație în timp (diurnă, săptămânală, anuală, pe un șir de ani

etc.). În acest caz cercul de bază se va împărți în câte sectoare este necesar (de pildă, pentru o variație săptămânală în șapte, pentru o variație anuală în douăsprezece). Se poate folosi și pentru reprezentarea fenomenelor care prezintă valori diferite în funcție de punctele cardinale (expoziția versanților cu anumite procese geomorfologice, pantele sau pentru reprezentare gradului de acoperire cu un anumit tip de vegetație). Are o utilizare frecventă în climatologie pentru reprezentarea frecvenței și vitezei vântului (fig. 14.12.).

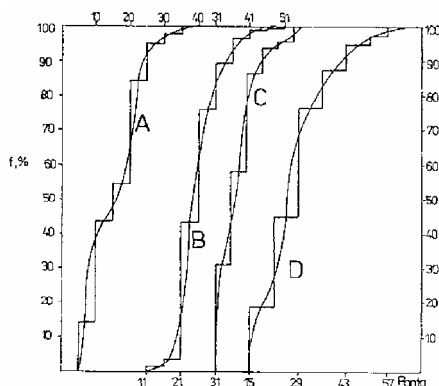


Fig. 14.11. Curba cumulativă a pantelor pentru patru eșantioane din Mușcelele Argeșului (a – Bazinul Văii Danului; b – Muncelele Râșorului; c – Bazinul Văii Turburea; d – Dealul Lăncioi).

Diagrama stereografică sau stereograma este foarte sugestivă, redând o imagine de perspectivă (de vedere în spațiu). Acest efect este obținut datorită faptului că se construiește prin proiecție sferică (fig. 14.13.).

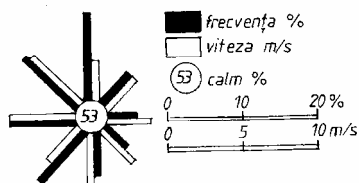


Fig. 14.12. Diagrama polară: viteza și frecvența vântului la stația Curtea de Argeș

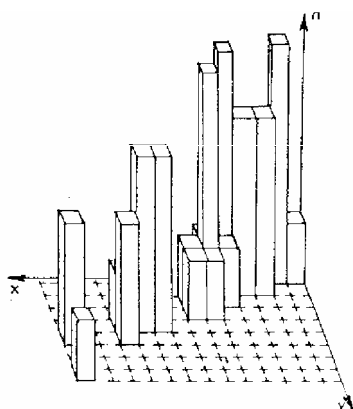


Fig. 14.13. Stereograma

Diagramele areolare (areogramele) sunt foarte utile pentru comparații. Construcția lor se bazează pe figuri geometrice (cercuri, pătrate), fără reprezentarea vreunui sistem de coordonate. Când sunt simple ele se pot dispune izolate, alipite, parțial suprapuse sau concentrice (înscrise). Dacă sunt structurale, dispunerea lor se face sub formă izolată (separată) sau concentrică. În acest ultim caz se va urmări ca distanța dintre marginile areogramelor să fie suficient de mare, pentru a se putea distinge structura.

Diagrama prin pătrate se realizează presupunând că fiecare indicator statistic ce trebuie reprezentat este egal cu suprafața unui pătrat. Știind că suprafața pătratului este dată de relația $S = L^2$, rezultă că latura se calculează cu formula:

$$L = \sqrt{S}$$

Pătratele pot fi dispuse în diferite moduri și se colorează sau se hașurează. Este necesar să existe o legendă în care să se explice semnificația hașurilor sau culorilor folosite (fig. 14.14.).

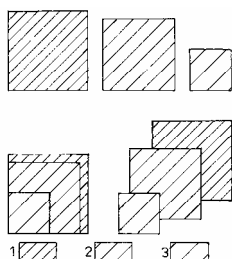


Fig. 14.14. Diagrama prin pătrate:
1 – suprafața Lacului Vidra; 2 – suprafața Lacului Vidraru; 3 – suprafața Lacului Cinciș.

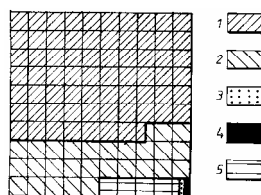


Fig. 14.15. Reprezentarea modului de utilizare a terenurilor în comuna Arefu (jud. Argeș) prin pătrat structural: 1 – păduri; 2 – pășuni și fânețe; 3 – arabil; 4 – livezi; 5 – alte suprafețe.

Acest tip de diagramă se realizează fără un sistem de coordonate și permite compararea mărimilor.

Dacă diagrama prin pătrat se împarte în 100 de părți egale - fiecare parte astfel obținută echivalând cu 1% - se obține o **diagramă complexă prin pătrat**. În figura 14.15. este redat prin această metodă modul de utilizare a terenurilor pentru comuna Arefu în anul 1996. Indicatorii statistici pe baza cărora s-a construit diagrama sunt: pășuni și fânețe - 27,44 %, livezi - 0,24 %, păduri - 67,51 %, alte suprafețe - 4,45 % și arabil 0,36%.

Diagrama prin cercuri proporționale este o metodă care se aseamănă cu diagrama prin pătrate, în sensul că și ea se bazează pe ideea că suprafața cercurilor este direct proporțională cu valoarea indicatorilor pe care dorim să-i

reprezentăm grafic. Ca urmare, trebuie calculate razele cercurilor respective, pornind de la formula suprafeței cercului: $S_{\text{cerc}} = \pi R^2$ și deci raza va fi:

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

Cercurile desenate cu aceste raze se pot dispune în mai multe moduri, având grijă ca și cel mai mic cerc să fie vizibil. Pentru a ști ce anume reprezintă, cercurile se vor hașura sau colora diferit și se va întocmi o legendă (fig. 14.16.), conform principiilor enunțate.

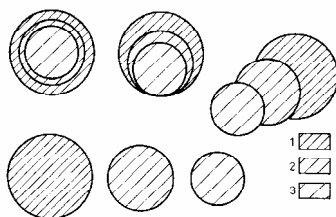


Fig. 14.16. Diagrama prin cercuri proporționale: 1 – suprafața județului Timiș; 2 – suprafața județului Argeș; 3 – suprafața județului Sălaj.

În cadrul diagramelor areolare structurale se distinge, datorită sugestivității deosebite, **diagrama prin sectoare circulare**, care are o largă aplicabilitate în geografie (fig. 14.17; fig. 14.18.; fig. 14.19).

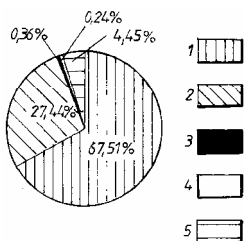


Fig. 14.17. Reprezentarea modului de utilizare a terenurilor în comuna Arefu (jud. Argeș) prin sectoare circulare: 1 – păduri; 2 – pășuni și fânețe; 3 – arabil; 4 – livezi; 5 – alte suprafețe.

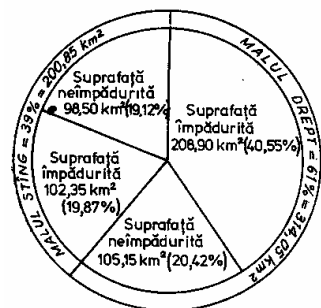


Fig. 14.19. Reprezentarea prin metoda sectoarelor circulare

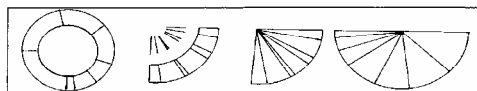


Fig. 14.18. Diferite moduri de reprezentare prin sectoare circulare

Diagrama complexă prin dreptunghi se construiește în mod asemănător cu aceea a sectoarelor circulare, însă figura de bază este un dreptunghi și se realizează într-un sistem de coordonate rectangular. Pe baza datelor utilizate pentru construirea diagramei prin sectoare circulare, se pornește cu desenarea unui dreptunghi cu latura verticală de exemplu de 5 cm (fig. 14.20.). Paralel cu această latură se desenează o scară verticală pe care se notează scara reprezentării, în cazul de față 1 cm = 20 %, deci 5 cm = 100 %. Suprafețele ocupate cu păduri se vor reprezenta în cadrul dreptunghiului de bază printr-un dreptunghi a cărui înălțime se calculează astfel:

$$\begin{array}{l} 100 \% \dots\dots\dots 5 \text{ cm} \\ 67,51 \% \dots\dots\dots x \text{ cm} \\ x = \frac{67,52\% \cdot 5 \text{ cm}}{100\%} 3,37 \text{ cm} \approx 3,4 \text{ cm} \end{array}$$

Procedând la fel în continuare, se vor obține și înălțimile celorlalte dreptunghiuri: pentru pășuni și fânețe 1,4 cm, pentru alte utilizări 0,2 cm (aici au fost incluse și livezile și terenul arabil, deoarece având ponderi foarte mici nu se puteau reprezenta grafic în cadrul dreptunghiului de bază, fig. 14.20).

Fig. 14.20. Reprezentarea modului de utilizare a terenurilor în comuna Arefu (jud. Argeș) prin dreptunghi structural: 1 – păduri; 2 – pășuni și fânețe; 3 – alte suprafețe.

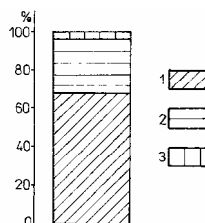


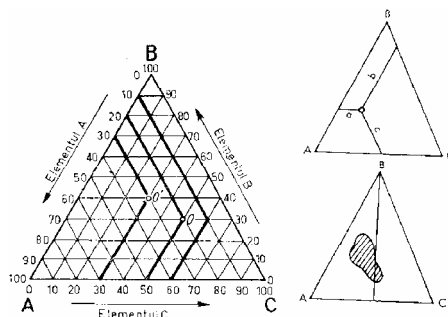
Diagrama triunghiulară este utilizată pentru reprezentarea unor fenomene cu trei elemente variabile a căror sumă este egală cu 100%.(fig. 14.21.) Are o largă aplicare contribuind la stabilirea ierarhiei fenomenelor, în special în geografia umană (de exemplu pentru determinarea tipului funcțional al așezărilor), dar și în geografia fizică (mai ales în pedologie - pentru triunghiul texturii solurilor).

14.3.1.2. **Cartograma.** Metoda cartogramei se utilizează pentru transpunerea grafică a valorilor numerice referitoare la o anumită suprafață, rezultând un material grafic, hartă sau schemă, în care colorarea sau hașurarea se face direct proporțional cu intensitatea mărimii numerice ce caracterizează o anumită unitate teritorială.

Deși se pleacă de la date absolute, de obicei pe cartogramă sunt redată *valori relative*, care se raportează fie la numărul de locuitori, fie la suprafața teritoriului cartografiat. Astfel, pe cartogramă se reprezintă de fapt rezultatul

raportului dintre valoarea numerică globală a fenomenului sau elementului și suprafața la care acesta se referă. De aici rezultă un mare dezavantaj al metodei și anume acela că ea nu reușește să surprindă diferențierile fenomenului în cadrul fiecărei unități teritoriale, rezultând o uniformizare. De aceea, se recomandă ca unitățile teritoriale la care se face raportarea să fie cât mai mici. Cu cât suprafața unităților teritoriale este mai mare, cu atât reprezentarea va fi mai uniformizată. Unitățile teritoriale pot fi în funcție de scopul urmărit: comune, județe, țări, bazine hidrografice de diferite ordine etc.

Fig. 14.21. Diagrama triunghiulară



Baza geografică a reprezentării se simplifică prin reducerea sau eliminarea elementelor geografice: munți, ape etc. Se păstrează limitele unităților administrative și denumirile lor, dacă indicatorii statistici se referă la ele.

Pentru a realiza o cartogramă se extrag indicatorii statistici sau se calculează anumite valori de pe hartă (în cazul hărților geomorfologice) și se transformă în indici relativi (prin raportare la suprafața aleasă). Aceștia se grupează ținând cont că numărul grupelor nu trebuie să fie prea mare (pentru a putea interpreta cu ușurință cartograma), dar nici prea mic astfel încât să se uniformizeze nepermis de mult valorile. În această operație se ține cont de valorile extreme și de indicele mediu pentru întregul teritoriu reprezentat. După fixarea grupelor se stabilesc hașurile sau culorile corespunzătoare fiecărui interval (fig. 14.22.).

Indicatorii cantitativi (valorile grupelor stabilite) se notează fie în legendă, fie în cadrul fiecărei unități teritoriale.

Cartograma este frecvent utilizată în cartografierea geomorfologică (pentru întocmirea hărților densității fragmentării reliefului, ale adâncimii fragmentării ș.a.), în geografia umană și economică etc. Această metodă se poate aplica și pentru a reprezenta ponderea suprafețelor ocupate de diferite asociații vegetale, soluri sau complexe geografice în cadrul unor regiuni naturale.

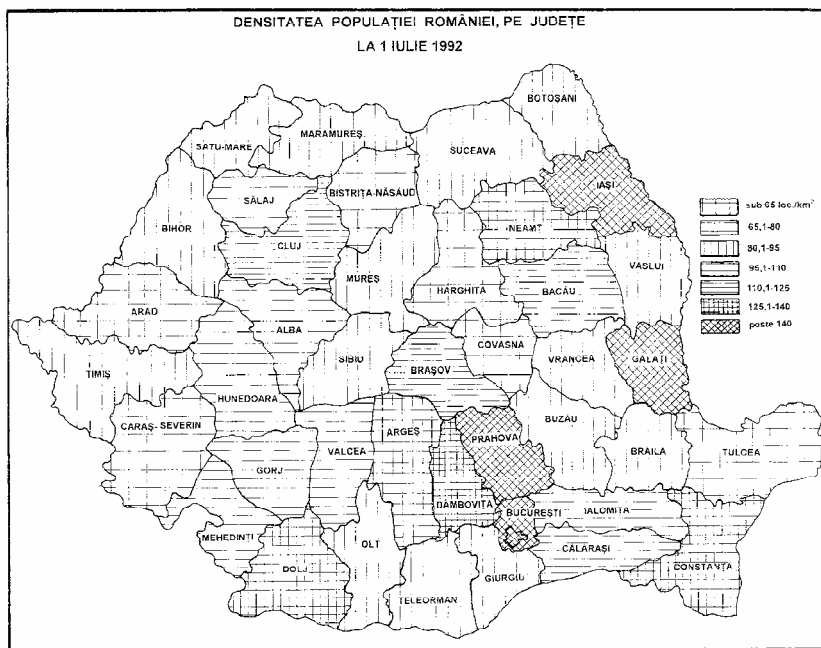


Fig. 14.22. Reprezentarea densității populației României, pe județe, în anul 1992, prin metoda cartogramei

14.3.1.3. *Cartodiagrama*. Este rezultatul unei combinații între cartogramă și diagramă. Prin cartodiagramă se pot reprezenta mărimea absolută, structura și dinamica unui fenomen sau ambele. O cartodiagramă are la bază o schiță de hartă pe care pot fi delimitate unitățile administrative sau fizico-geografice (cu denumirile lor) în care se plasează diagramele. Ca și în cazul cartogramei, pe cartodiagramă de obicei nu se trec elementele de conținut ale hărții (fig. 14.23).

Un dezavantaj al metodei constă în imposibilitatea localizării cu exactitate a elementelor sau fenomenelor reprezentate, deoarece dispunerea diagramelor se face în mod arbitrar, dar în așa fel încât să nu depășească limitele unității teritoriale respective. Se impune deci alegerea unei scări adecvate pentru diagrame, astfel încât să se poată plasa chiar și în cea mai mică unitate teritorială fără să-i depășească limitele. În cazuri speciale, coloanele diagramelor se pot întrerupe sau se pot depăși puțin limitele.

Fig. 14.23. Folosirea cartodiagramei în geografia fizică (după F. Joly)

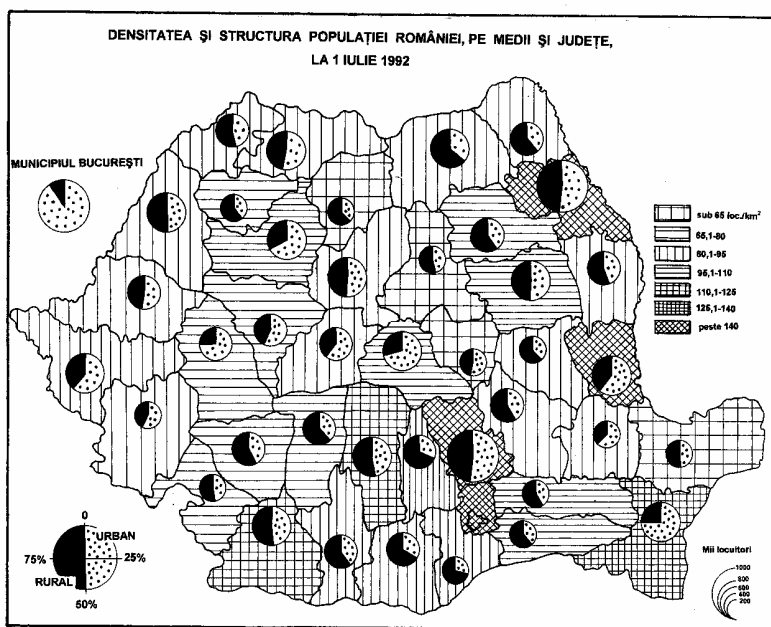
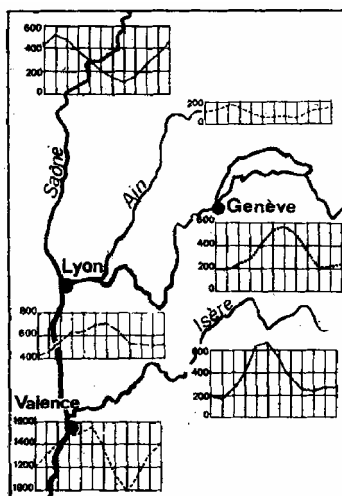


Fig. 14.24. Reprezentarea densității și structurii populației României, pe județe și medii (1992), prin metoda cartodiagramei combinată cu cartograma

Se pot deosebi mai multe tipuri de cartodiagrame: *structurală*, când se arată de exemplu populația pe medii (urban și rural), *dinamică* sau *cronologică*, când se arată dinamica unui fenomen, de exemplu evoluția suprafețelor împădurite în câteva comune din județul Argeș și *complexă*, când redă atât structura cât și dinamica unui fenomen, de pildă, pe lângă evoluția populației într-un anumit interval se reprezintă și gruparea pe sexe.

Pentru reprezentarea mai complexă a unor fenomene se poate combina cartograma cu cartodiagrama (fig. 14.24.).

14.3.2. Metode cartografice

Cunoscute și sub numele de *metode cartografo-geografice*, acestea se caracterizează prin aceea că reprezentarea și amplasarea fenomenelor și proceselor se face în mod geografic, cu exactitate și în dependență de o serie de factori fizico- și economico-geografici. În cadrul acestor metode se deosebesc: metoda semnelor, metoda arealelor, metoda fondului calitativ, metoda liniilor de mișcare sau dinamice, metoda izoliniilor, metoda punctului.

14.3.2.1. Metoda semnelor. Se folosește pentru reprezentarea fenomenelor care nu au o răspândire continuă și care nu pot fi reprezentate la scară, permițând cel mai bine localizarea unor astfel de elemente, prin centrul semnului respectiv. Elementele cartografiate pot fi reprezentate prin *semne*, care rezultă dintr-o convenție propusă cititorului de către autorul hărții și care se regăsesc în *legendă*.

Cerințele practice ale cartografierii fizico- și economico-geografice au impus diversificarea semnelor, în prezent folosindu-se o mare varietate. În funcție de caracterele lor specifice, semnele pot fi: *geometrice*, în care caz centrul figurii geometrice reprezintă poziția exactă reală a obiectului sau fenomenului, *sub formă de litere*, de obicei litera inițială, *artistice* și *simbolice*, care sugerează obiectul sau fenomenul reprezentat (fig. 14.25.). Unii autori includ în noțiunea de simbol cartografic și: figurile geometrice, artistice, pictogramele (fig. 14.26. a), și ideogramele, ultimele fiind pictograme referitoare la un concept sau la o idee (fig. 14.26. b).

Diferitele categorii de semne convenționale se pot combina, de exemplu semnele geometrice cu cele sub formă de litere (triunghiuri, pătrate, cercuri, cu litere în interiorul lor). De asemenea, semnele geometrice pot fi folosite în diferite culori sau hașuri.

Semnele artistice, ca și cele simbolice, deși prezintă avantajul că sunt foarte expresive, sunt mai puțin recomandabile pentru hărțile exacte, deoarece nu indică o localizare precisă.

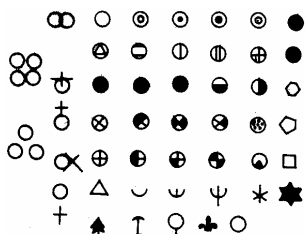


Fig. 14.25. Diferite semne geometrice, simbolice și artistice



Fig. 14.26. Pictograme (a) și ideograme (b)

Din cauza deosebirilor cantitative între elementele și fenomenele cartografiate a apărut necesitatea unei reprezentări diferențiate pe hartă, prin *semne proporționale* sau *semne la scară*. Acestea sunt semne cantitative ale căror dimensiuni variază odată cu valoarea fenomenului reprezentat.

Aceste semne se pot construi în *scală absolută* sau *arbitrară*. În primul caz (fig. 14.27. a), între mărimea semnelor și a obiectelor reprezentate trebuie să existe o proporție absolută, iar la legendă se dă și valoarea corespunzătoare. În cel de-al doilea caz (fig. 14.27. b), când se folosește scara arbitrară, aceasta se face în scopul micșorării diferenței dintre semnele cu dimensiuni minime și maxime, iar raportul dintre diferite semne este arbitrar.

Pentru stabilirea mărimii semnelor (cercuri) în scală absolută se calculează mai întâi raza fiecărui cerc și apoi se stabilește scara de proporție la care vor fi reprezentate acestea, așa cum s-a arătat la diagrama prin cercuri sau pătrate proporționale.

Atât semnele în scală absolută, cât și acelea în scală arbitrară pot fi reprezentate sub formă *continuuă* (fig. 14.27. c) sau *gradată* (în *trepte*, fig. 14.27. d).

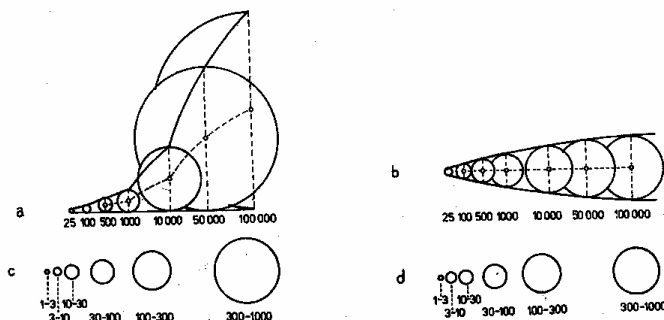
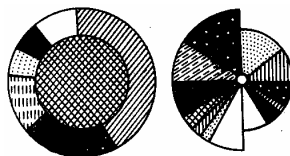


Fig. 14.27. Semne în scală continuuă și gradată

Prin metoda semnelor se pot reprezenta dinamica și structura fenomenelor, ultima de obicei prin sectoare circulare și prin semne de dimensiuni mari (fig. 14.28.).

Fig. 14.28. Diverse semne sub formă de semicercuri cu sectoare circulare



14.3.2.2. Metoda arealelor. Prin *areal* se înțelege o suprafață, o regiune, în care este răspândit un fenomen, un proces, un element, o specie oarecare. În interiorul arealului cantitatea sau ponderea elementelor caracteristice poate să varieze, repartiția fiind uniformă sau cu zone de concentrare și de dispersie.

Metoda arealelor se utilizează pentru reprezentarea unor fenomene sau elemente care nu au o răspândire continuă, ca de exemplu arealul unor anumite specii de plante sau de animale. În acest caz, arealul are un caracter *relativ*. Arealul poate să aibă și un caracter *absolut*, ca de exemplu arealul unor zăcăminte de cărbuni, de petrol etc.

În general, limita arealelor, pe teren, nu este o linie, ci o zonă de interferență. Pe hartă, delimitarea arealelor se face unind prin linii (fig. 14.29.) punctele extreme în care se găsește fenomenul sau elementul caracteristic.

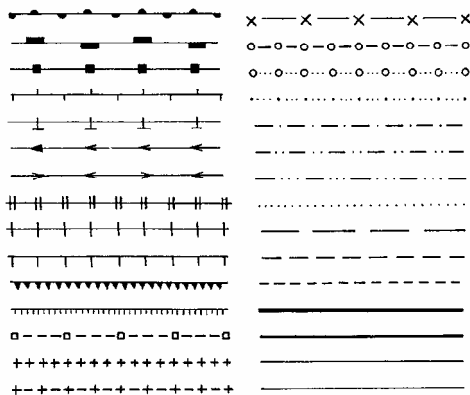


Fig. 14.29. Linii ce pot fi utilizate pentru delimitarea arealelor



Fig. 14.30. Modalități de delimitare a arealelor

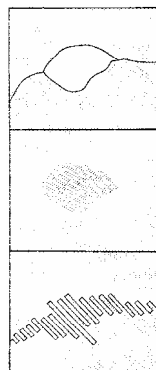


Fig. 14.31. Modalități de a reprezenta interferența arealelor (după A.H. Robinson)

Scara hărții impune detalierea sau generalizarea arealelor. Astfel, arealele pot fi *precise* când sunt în raport cu scara hărții și *schematic* când delimitarea se face aproximativ (pe hărți la scară mică). Când limita în care se încadrează un anumit fenomen este precisă, delimitarea se face cu linie continuă, iar când limita nu este precisă, se face cu linie punctată sau întreruptă (fig. 14.30.). În cazul unor areale mari în care se găsesc subareale de diferite ordine se poate renunța la trasarea limitelor, distincția între ele rezultând din fondul colorat sau hașurat (fig. 14.31.).

După formă, arealele se pot încadra în două categorii principale: *continue* sau *întregi* și *discontinue* (*fragmentate*, *disjuncte*). Areele continue pot avea diferite forme: circulară, ovală, tentaculară ori sub formă de fâșie. De exemplu, iepurele arctic (*Lepus timidus*) are un areal continuu circumpolar, iar capra neagră (*Rupicapra rupicapra*) are un areal fragmentat.

Interiorul arealelor se poate hașura, colora sau completa cu diferite semne sau inscripții, deoarece metoda arealelor se poate combina cu alte metode, cum ar fi aceea a semnelor sau a fondului calitativ. Este necesar ca hașura sau culoarea să permită și folosirea inscripțiilor explicative, iar semnul convențional folosit să fie ales astfel încât să apară unitar în cadrul arealului, indiferent de mărimea acestuia.

Prin metoda arealelor se poate reda și dinamica unui fenomen, prin trasarea limitelor stadiilor succesive în evoluția fenomenului respectiv. Metoda arealelor se folosește la întocmirea hărților geologice, paleogeografice, floristice, faunistice, geomorfologice, climatologice etc.

14.3.2.3. Metoda fondului calitativ. Oferă posibilitatea reprezentării calitative a fenomenelor cu o *răspândire continuă*, în cadrul anumitor *limite*.

Această metodă se deosebește de *cartogramă* prin aceea că, în timp ce pentru reprezentarea cartogramei se folosesc limitele unor unități administrative (comune, județe etc.), pentru aplicarea fondului calitativ limitele sunt ale unei regiuni fizico- sau economico-geografice.

De asemenea, metoda fondului calitativ se deosebește și de metoda *arealelor* prin aceea că, în timp ce prima se utilizează pentru caracterizarea unui teritoriu dintr-un anumit punct de vedere (de exemplu calitativ), cea de-a doua se întrebuințează pentru reprezentarea unor elemente care au o repartitie neuniformă.

Aplicarea metodei fondului calitativ constă în delimitarea suprafețelor pe care se întâlnesc aceleași elemente sau procese. Apoi este necesar să se facă o clasificare a suprafețelor respective în funcție de o serie de indicatori stabiliți în vederea deosebirii acestora (de exemplu în funcție de ponderea ocupată).

În continuare, fiecare suprafață se colorează sau se hașurează în mod diferit. Metoda fondului calitativ se poate realiza în două variante: fie prin metoda fondului colorat, mai expresivă, care este o reprezentare policromă, fie prin metoda hașurării calitative, care este de obicei o reprezentare în alb-negru.

În cazul folosirii metodei fondului colorat, este recomandabil ca alegerea culorilor să fie făcută astfel încât harta să nu pară pestriță. De aceea, trebuie să se folosească diferite nuanțe ale unei culori, iar culorile să fie deschise. În funcție de conținutul și scara hărții se pot folosi culori cât mai apropiate de natură: albastru pentru ape, verde pentru câmpii sau pentru anumite elemente de vegetație, galben pentru culturi cerealiere etc.

Când nu se poate aplica metoda fondului colorat se folosesc hașurile, care trebuie folosite cu discernământ pentru a nu îngreuna interpretarea conținutului hărții (fig. 14.32.). Hașurile pot fi folosite în combinație cu fondul colorat, ca de exemplu pentru redarea teraselor (prin fond colorat) într-un culoar de vale (prin hașuri). Tot pentru redarea prin fond calitativ se pot folosi semne de fond care să sugereze aspectul elementului cartografiat, ca de exemplu redarea prin puncte a nisipului.

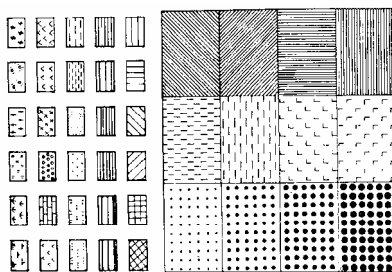


Fig. 14.32. Modele de hașuri

Deoarece pe o hartă întocmită prin metoda fondului calitativ nu trebuie să rămână pete albe, aplicarea metodei necesită studii detaliate.

Metoda se poate combina cu metoda semnelor, a liniilor și a arealelor, găsindu-și o largă aplicare atât în geografia fizică, cât și în geografia economică (mai ales pentru reprezentarea modului de utilizare a terenurilor).

Fie că se folosesc culori, fie că se folosesc hașuri este obligatoriu să se noteze în legendă explicațiile corespunzătoare acestora. Ordinea redării în legendă trebuie să corespundă gradării utilizate în cuprinsul hărții.

14.3.2.4. Metoda liniilor de mișcare sau dinamice. Se aplică pentru reprezentarea dinamicii fenomenelor și proceselor fizico- sau economico-geografice. În general, metoda prezintă un grad foarte mare de generalizare, care presupune cunoașterea unor detalii și particularități ale fenomenelor cartografiate.

Pentru aplicarea metodei, mai întâi se realizează o serie de măsurători, se prelucrează valorile obținute și apoi se generalizează pentru a fi cartografiate.

Mișcarea sau dinamica se indică prin folosirea *liniilor* și a *săgeților* (fig. 14.33.). Liniile arată direcția fenomenului, iar săgețile sensul. Se pot adăuga date caracteristice reprezentate de indicii cantitativi rezultați din măsurători (viteza, intensitatea ș.a.), ca de exemplu viteza de înaintare a unei alunecări de teren. Pe baza ritmului și intensității de evoluție a unui proces se poate realiza o prognoză.

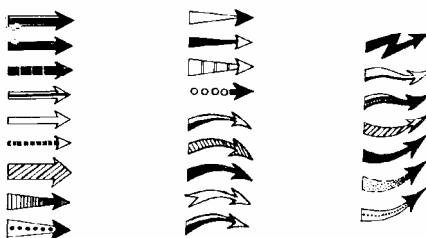


Fig. 14.33. Diferite tipuri de linii dinamice

Liniile de mișcare pot fi *precise*, când urmăresc exact traseul pe care se face mișcarea (o cale ferată, un fluviu etc.; fig. 14.34.) sau *schematic* când unesc doar punctul de pornire cu cel de sosire, fără a ține seama de traseul real al unui anumit fenomen. Aceste schematizări sunt foarte utile în cercetarea geografică cu condiția selectării direcțiilor principale de deplasare.

De exemplu se pot evidenția zonele cu o dinamică accentuată prin desenarea liniei care reprezintă frecvența și cantitatea cea mai mare a transportului pe conurile de grohotiș. Prin redarea liniilor de mișcare se pot contura areale de concentrare și zone de dispersie.

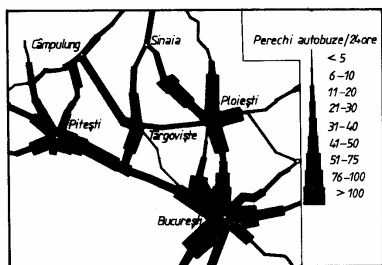


Fig. 14.34. Liniile dinamice simple cu traseu precis

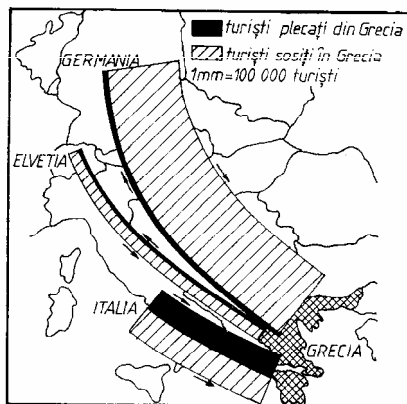


Fig. 14.35. Liniile dinamice structurale

Pentru a scoate în evidență deosebirile *calitative* ale fenomenelor pentru a căror reprezentare se utilizează liniile dinamice se folosesc linii sau săgeți de mărimi și culori diferite, care vor fi explicate în legendă.

Din punctul de vedere al conținutului, liniile de mișcare pot fi *simple* (fig. 14.34.) și *structurale* (fig. 14.35.). În ambele situații este necesar să se stabilească un anumit raport de proporționalitate între ponderea fenomenului reprezentat și grosimea liniei. De exemplu, pentru 1000 de turiști străini sosiți într-o țară se poate stabili o grosime a liniei de 1 mm. Dacă linia de mișcare va avea 3 mm grosime, rezultă că reprezintă 3000 de turiști.

În cazul liniilor de mișcare *structurale*, se vor desena mai multe linii paralele, iar spațiile dintre ele vor corespunde cu ponderea fiecărui element sau fenomen cartografiat. Aceste spații se vor colora sau hașura, respectându-se principiul: cu cât ponderea este mai mare, cu atât hașura va fi mai deasă (sau culoarea mai intensă) și invers. Tot linii de mișcare sunt considerate liniile care arată tendința de producere a unui fenomen, de exemplu evoluția unui meandru, regresia limitei pădurilor, evoluția liniei țărmului etc. De asemenea, tot prin linii de mișcare se consideră că se reprezintă rețeaua hidrografică.

Metoda liniilor de mișcare își găsește o largă aplicare atât în geografia fizică cât și în geografia economică, în special în geografia populației și a transporturilor.

14.3.2.5. Metoda izoliniilor. Se utilizează pentru reprezentarea unor fenomene care au o răspândire continuă pe suprafața considerată și care pot fi măsurate. Metoda constă în esență în unirea punctelor cu aceleași valori. Pentru a putea trasa izoliniile este necesar ca pe hartă să existe o serie de puncte a căror valoare este cunoscută. Din unirea punctelor cu aceeași valoare va rezulta o linie sinuoasă, închisă, care nu este altceva decât o *izolinie* (izos = egal). Întotdeauna o izolinie reprezintă o linie curbă convențională, care nu există în natură.

De foarte multe ori, din lipsă de puncte suficient de dese, trasarea izoliniilor se face prin *interpolare*. Acest procedeu se aplică în ideea că între două puncte alăturate fenomenul respectiv are o răspândire uniformă.

De obicei, între izolinii se iau intervale sau valori egale. Având în vedere acest fapt, rezultă că apropierea izoliniilor arată o modificare pronunțată a fenomenului și, invers, depărtarea lor arată o modificare lentă.

Metoda își găsește o largă aplicare atât în geografia fizică, cât și în geografia economică. Ca exemple de izolinii cităm: *curbe de nivel*, *izoterme* și *izobare* (linii care unesc puncte cu altitudine egală, cu temperatură egală și respectiv, cu presiune egală; primele izobare și izoterme au fost trasate de A. Humboldt la începutul secolului al XIX-lea), *izohiete* (linii care unesc puncte cu cantități egale de precipitații), *izofreate* (linii care unesc puncte cu aceeași adâncime a pânzei de apă), *izodense* (linii care unesc puncte de densitate egală, de exemplu densitatea fragmentării), *izobaze* (linii prin care se reprezintă mărimea ridicării sau scufundării scoarței terestre), *izocrone* (linii care unesc punctele în care se produce un anumit fenomen în același timp, fig. 14.36.), *izonefe* (linii care unesc puncte cu aceeași nebulozitate), *izobate*

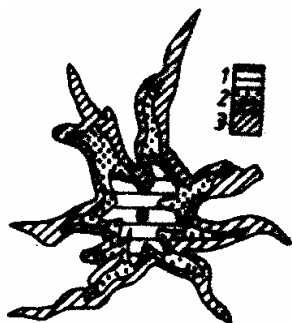


Fig. 14.36. Izocrone. Zone la care se ajunge în: 1 – mai puțin de 30 min.; 2 – 1 oră; 3 – 1 oră și 30 min. (După F Joly).

(linii care unesc puncte cu aceeași adâncime), *izotahe* (linii care unesc puncte cu aceeași viteză), *izogone* (linii care unesc puncte cu aceeași valoare a declinației magnetice), *izohaline* (linii care unesc puncte cu aceeași salinitate), *izopicne* (linii care unesc puncte cu aceeași densitate a apelor oceanice) etc.

În unele cazuri, spațiile dintre izolinii se pot colora sau hașura. Prin indici secundari se pot înscrie și unele valori caracteristice (de exemplu valorile extreme sau valorile cu frecvența cea mai mare), în punctele în care acestea au fost determinate. Pe o hartă se pot combina două sau trei sisteme de izolinii, cu condiția să apară în culori diferite sau cu linii de grosimi sau forme diferite (linie continuă, linie întreruptă, linie punctată sau combinații între acestea).

14.3.2.6. Metoda punctului. Metoda punctului își găsește aplicarea în reprezentarea unor elemente sau fenomene care nu au o răspândire continuă, putându-se reda repartitia geografică și cantitatea unui fenomen. deși mai puțin utilizată în geografia fizică, are o mare aplicabilitate în cartografia economico-geografică (de exemplu, pentru reprezentarea densității și structurii populației, a efectivelor de animale, structura și frecvența culturilor etc.).

Dispunerea punctelor pe hartă poate fi *reală* (metoda geografică), ca în figura 14.37. sau *uniformă*, la intervale egale (fig. 14.38.), variantă care este aproximativă, având valoarea cartogramei și care nu oferă o imagine corectă a localizării.

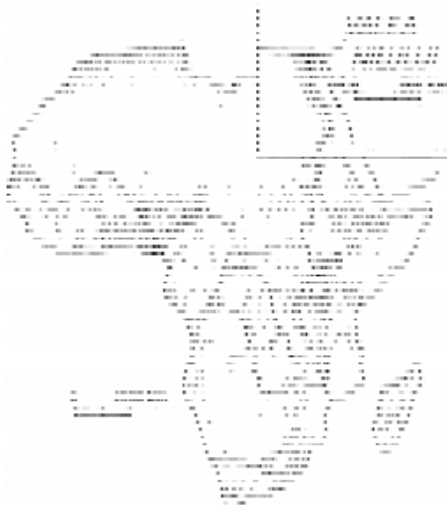


Fig. 14.37. Dispunerea reală a punctelor pe o hartă



Fig. 14.38. Dispunerea uniformă a punctelor pe o hartă

Varianta cu răspândire reală dă o localizare precisă a fenomenului cartografiat. Se caracterizează prin faptul că toate punctele sunt egale între ele ca dimensiune și fiecare redă aceeași valoare pentru o unitate din fenomenul cartografiat, iar suma lor totală reprezintă valoarea totală a fenomenului sau elementului respectiv.

Valorile punctelor diferă și sunt în funcție de scară: când scara este mare, valoarea punctului va fi mică și invers, când scara este mică, valoarea punctului va fi mare. Dacă scara hărții este de 1: 100 000 rezultă că unui punct de 1 mm² îi corespund pe teren 10 000 m², adică 1 ha, iar pentru o scară de 1: 10 000 000 acestui punct îi va corespunde pe teren o suprafață de 100 km².

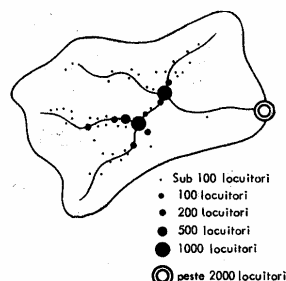
Mărimea punctului depinde atât de mărimea fenomenului pe care-l reprezintă, cât și de scara hărții. În cartografie *punctul* trebuie considerat ca un semn mic, rotund, cu diametrul sub 0,5 mm. Peste această dimensiune el devine cerc. De aici apare situația că această metodă se confundă cu metoda cercurilor proporționale pentru că nu se face deosebirea din punct de vedere cartografic între noțiunea de punct și cea de cerc.

În mod practic, este necesar ca punctele să exprime valori rotunde, care se pot multiplica și demultiplica, de exemplu: 1, 2, 3, 5, 10, 100, 1000 etc. Pe

o hartă punctele vor fi de valori *egale*, caz în care numărul lor arată repartitia cantitativă a fenomenului, sau de valori *diferite*, când se specifică în legendă. Dacă pe o hartă există 56 de puncte, fiecare având valoarea de 100 ha, rezultă că cele 56 de puncte reprezintă 5600 ha.

Hărțile care se întocmesc prin metoda punctului trebuie să nu fie încărcate pentru că astfel devin greoaie și pot produce confuzii.

Fig. 14.39. Metoda punctelor combinată cu metoda cercurilor proporționale



Metoda punctului își găsește aplicare în special în geografia economică, deoarece este simplă și sugestivă. Ea se poate combina cu metoda cercurilor proporționale, când unele mărimi depășesc anumite limite (fig. 14.39.), cu metoda semnelor proporționale (de exemplu se pot utiliza sfere proporționale pentru reprezentarea populației orașelor, fig. 14.40.), cu metoda arealelor sau cu metoda fondului calitativ. De pildă, pentru o zonă cu crovuri mărimea punctelor poate reda numărul crovurilor, iar culoarea punctelor adâncimea acestora.

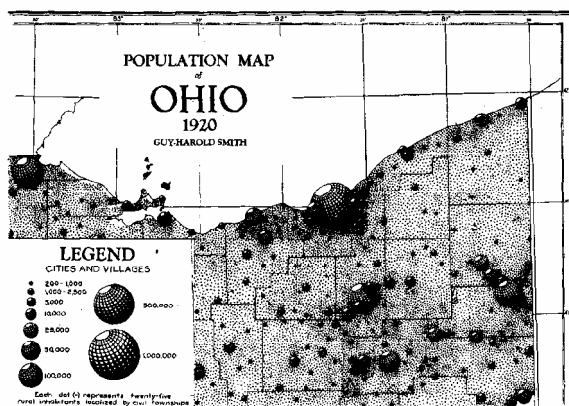


Fig. 14.40. Metoda punctelor combinată cu metoda sferelor proporționale (după A.H. Robinson)

14.4. Scrierea și amplasarea denumirilor pe hărțile tematice

În scopul definitivării reprezentărilor grafice sau cartografice este necesară aplicarea inscripțiilor. În afara *scrierii cartografice desenate*, care solicită multă îndemânare, talent și răbdare, pentru realizarea unor hărți tematice se poate folosi și scrierea cu *șablonul*. Deși caracterele de scriere ale șabloanelor sunt destinate scrierii din desenul tehnic, se pot folosi și pentru scrierea cartografică.

În prezent, pentru *scrierea în desenul tehnic*, în țara noastră este în vigoare un standard al Organizației Internaționale de Standardizare (ISO), adoptat și de Institutul Român de Standardizare (IRS), și anume STAS ISO 3098/1-4 din 1993. Printre șabloanele care respectă acest standard se numără cele Rotring și Standardgraph.

Scrierea cu șablonul presupune și utilizarea unor instrumente speciale de scris, numite rapidografe și produse de firme ca: Staedtler, Rotring, Faber-Castell ș.a. Mărimea rapidografului (grosimea liniei lăsată de acesta pe hârtie, exprimată în milimetri) trebuie să corespundă cu cea a șablonului. De exemplu, pentru un șablon cu mărimea de 2,5 se folosește un rapidograf de 0,25, pentru un șablon de 5,0 un rapidograf de 0,5 etc. Grosimea liniei de scriere utilizată pentru literele majuscule este aceeași ca pentru minuscule. Pentru obținerea unei linii de scriere cu grosime constantă rapidograful se ține cât mai perpendicular pe suportul pe care se scrie, iar viteza de scriere trebuie să fie constantă.

GLOSAR

Areogramă – reprezentare a unor indicatori statistici cantitativi, prin figuri geometrice ca: cerc, pătrat, dreptunghi, triunghi etc.

Atlas – colecție de hărți întocmite și sistematizate după o concepție și un programa unitar. Prima colecție de hărți sub formă de **a.** aparține lui Claudiu Ptolemeu (sec. al II-lea e.n.). Termenul de **a.** a fost propus pentru prima dată de cartograful olandez Gerhardt Mercator în a doua jumătate a secolului al XVI-lea. Prima operă cartografică românească denumită **a.** a fost realizată de Gh. R. Golescu în limba greacă și tipărită la Viena în 1800. Primul **a.** editat în limba română este cel al lui Gh. Asachi, tipărit la Iași (1832-1842). **A.** pot fi de mai multe feluri: **a.** de *buzunar*, de obicei **a.** de *informare generală*, de dimensiuni mici; **a.** *cadastrului apelor* conține planșe și date asupra rețelei hidrografice pe bazine, asupra modului de folosință a resurselor de apă; **a.** *climatologic* cuprinde planșe cu principalele caracteristici climatice ale unui teritoriu; **a.** *didactic* (**a.** *școlar*) este un **a.** general, care conține hărți de toate tipurile utilizate în învățământ; **a.** *geografic*, format din planșe cu hărți fizico-geografice, economico-geografice și social-politice, pe care sunt reprezentate diferite fenomene ce caracterizează un anumit teritoriu; **a.** *istoric*, cu planșe și hărți ce cuprind evenimente istorice dintr-o anumită perioadă; **a.** *județelor*, conține planșe cu hărți fizice, economice pentru fiecare

județ; **a.** *lumii*, întocmit pentru suprafața întregului glob terestru; **a.** *Lunii*, cu hărți ale suprafeței Lunii; **a.** *național*, **a.** geografic fundamental, complex, al unei țări; **A.n. al României** a fost realizat sub egida Academiei Române, de către Institutul de Geografie, în perioada 1969-1979. Acesta cuprinde 487 de hărți grupate în 76 de planșe, cu o suprafață de 31 m². Hărțile sunt întocmite la scări diferite: hărțile principale la scara 1:1 000 000 (în număr de 16, ca de exemplu: harta generală, harta administrativă, harta hipsometrică, harta geologică, geomorfologică, hidrogeografică etc., care este o scară convenabilă și pentru întocmirea unui viitor atlas general al lumii, care va folosi scara 1:2 000 000). Celelalte hărți sunt întocmite la scările 1: 1 500 000 (29 de hărți), 1: 2 000 000 (62 de hărți), iar restul hărților la scări mai mici. La sfârșit are un index cu 10 300 de termeni. La realizarea **a.n.** al României au colaborat 192 de autori, aparținând Institutului de Geografie, centrelor universitare din București, Cluj-Napoca, Iași și Craiova, precum și unor institute de cercetare din domeniile geologiei, pedologiei, climatologiei, hidrologiei, biologiei, demografiei și statisticii, istoriei, etnografiei, lingvisticii etc. Imprimarea s-a realizat de către Direcția Topografică Militară și Institutul de Geologie și Geofizică, după originalele executate de Institutul de Geodezie, Fotogrammetrie, Cartografie și Organizarea Teritoriului; **a.** *oceanografic* cuprinde hărți ale dinamicii și proprietăților

chimice ale apei din mare sau ocean; **a. politic** conține hărți pe care este reprezentată împărțirea politico-administrativă a unei țări, continent sau a globului întreg; **a. regional** cuprinde hărți ale unei regiuni geografice, dintr-un stat, dintr-un continent; **a. rutier**, cu hărți ale rețelei de căi de comunicații, element principal fiind drumurile (între localități sunt notate distanțele în km sau mile); **a. tematic**, care cuprinde hărți tematice (ca de exemplu: **a. climatologic**, **a. industriei**, **a. istoric**); **a. de semne convenționale** – colecție de planșe cu semne convenționale utilizate pentru reprezentarea elementelor de planimetrie și altimetrie pe hărți la diferite scări.

Bază altimetrică (a hărților) – este constituită din cotele punctelor determinate față de o suprafață de nivel de referință. Pentru cotele punctelor de pe hărțile topografice ale României, construite în proiecție Gauss-Krüger, suprafața de nivel este suprafața Mării Baltice, în punctul zero Kronstadt; pentru cele construite în proiecția stereografică 1970, suprafața de nivel este suprafața Mării Negre în punctul zero Constanța.

Bază geografică (a hărților) – totalitatea elementelor de hidrografie, relief, localități, căi de comunicație etc. de pe o hartă.

Bază matematică (a hărților) – se compune din: elipsoidul de referință, proiecția cartografică, punctele de bază, sistemul de coordonate, scară, cadrul hărților și sistemul de împărțire pe foi și nomenclatură. În România este folosit elipsoidul de referință Krasovski 1940, ca proiecție cartografică – pentru hărțile topo-grafice – este utilizată proiecția Gauss-Krüger, iar pentru hărțile destinate lucrărilor cadastrale, de sistematizare etc.

se folosește proiecția stereo-grafică 1970. Punctele de bază sunt puncte fixe de pe suprafața elipsoidului, a căror poziție este precis determinată prin coordonate geografice sau rectangulare și cote față de nivelul mării.

Baza planimetrică (a hărților) – totalitatea punctelor astronomice, de triangulație și ale rețelei de ridicare, determinate prin coordonate geografice și rectangulare.

Blocdiagrama – reprezentarea grafică tridimensională, în perspectivă, a unei porțiuni din scoarța terestră, în care sunt redată simultan principalele caracteristici ale reliefului și structura geologică. Ideea aparține lui Grove Karl Gilbert (la sfârșitul secolului al XIX-lea). În anul 1875, W. Holmes a folosit desenul în perspectivă cu o singură secțiune frontală, în care a plasat structura geologică. A utilizat acest desen în primele rapoarte ale consiliilor de exploatare a vestului S.U.A. W.M. Davis (în jurul anului 1890) a folosit **b.** ca pe o metodă de reprezentare a reliefului și a evoluției în timp a acestuia. În anul 1912, P. Dufour a realizat un perspectograf foarte simplu, cu care se obținea direct, de pe harta topografică cu curbe de nivel, perspectiva reliefului și plasarea spațială (în înălțime) a curbilor de relief. Informații mai precise asupra modului de executare a **b.** au fost furnizate de către A. Lobeck (1924). După modul de construcție sau după proprietățile proiecțiilor geometrice, se deosebesc: **b. cu un punct de perspectivă**; **b. cu două puncte de perspectivă**, care permit reprezentarea simetrică a formelor de relief și **b. axonometrică**, când reprezentarea se raportează la un sistem de trei axe de coordonate cu poziții dependente de variațiile unghiurilor cuprinse între

ele. După precizia sau gradul de identitate, sunt **b. exacte** (reale sau identice), care se realizează pe baza hărților sau produselor fotogrammetrice și **b. ipotetice** (imaginare), construite cu ochiul liber, fără a folosi harta topografică, având mai mult rol orientativ. După dimensiunile suprafeței de teren pot fi **b. regionale** sau **de ansamblu** și **b. locale**.

Comensurabilitate (a hărții) – proprietate a hărții care permite efectuarea de măsurători, asigurată de utilizarea unei proiecții carto-grafice și a scării de proporție.

Comisia Atlaselor Naționale – comisie înființată la 19 august 1956 de către Uniunea Geografică Internațională (U.G.I.), cu ocazia celui de-al XVIII-lea Congres Internațional de Geografie ținut la Rio de Janeiro. **C.A.N.** are ca scop să contribuie la unificarea atlaselor naționale și să ajute la realizarea și perfecționarea acestora. Ulterior și-a extins domeniul de activitate și asupra atlaselor regionale complexe, ajungând astfel să funcționeze ca o comisie permanentă a U.G.I.

Deformare (în proiecțiile cartografice) – schimbarea dimensiunilor sau valorilor prin proiectarea unei suprafețe curbe pe o suprafață plană. **D.** se produce asupra lungimilor, suprafețelor și unghiurilor; **d. lungimilor** reprezintă diferența dintre lungimea unui arc infinit mic de pe planul de proiecție și lungimea arcului corespunzător de pe elipsoid; **d. suprafețelor** este diferența dintre o suprafață de pe planul de proiecție și corespondenta sa de pe elipsoidul de referință; **d. unghiurilor** este diferența dintre unghiul format de două direcții pe planul de proiecție și unghiul format de

corespondentele lor de pe elipsoidul de referință.

Ecuatia hărții – o pereche de funcții continue și derivabile, care asigură corespondența dintre punctele de pe suprafața elipsoidului și cele de pe suprafața hărții și se prezintă sub forma: $x = f_1(\Phi, \lambda)$, $y = f_2(\Phi, \lambda)$; în care x și y sunt coordonatele rectangulare ale punctelor de pe hartă, iar Φ și λ sunt coordonatele geografice ale aceluiași punct de pe suprafața elipsoidului.

Elipsă (de) deformări – imagine obținută din proiectarea pe un plan a unui cerc infinit mic de pe elipsoid sau sferă, printr-o proiecție cartografică și unde deformările liniare sunt funcție de azimut (Glossaire français de cartographie, 1970).

Facsimil – reproducerea exactă a unei hărți, a unui document vechi.

Fond cartografic – totalitatea produselor cartografice ale unei instituții, ale unei țări.

Fond geodezic – totalitatea documentelor privind rețeaua punctelor geodezice și topografice pentru un teritoriu administrativ (județ, țară), sin. **f.g. republican**.

Glob geografic – reprezentarea micșorată a globului terestru pe o sferă; primul **g.g.** a fost construit de Krates (sec. al II-lea î.e.n.), pe care două oceane se întretaiau în unghi drept, împărțind uscatul în patru părți. Indicații asupra întocmirii **g.g.** a dat Strabon (58 î.e.n. – 21 e.n.). Cel mai mare **g.g.** a fost cel prezentat la expoziția de la Paris (1906) și avea un diametru de 12,5 m. **G.g.** utilizate în învățământ se construiesc de dimensiuni mici. **G.g.** pot fi: *generale, tematice, în relief*.

Grafic de pantă – reprezentare grafică pe hartă, care permite determinarea pantelor (exprimate în grade) pe hărțile topografice întocmite în proiecție Gauss-Krüger, în funcție de distanța dintre două curbe de nivel succesive, pentru o scară și o echidistanță dată.

Graficul declinației (grafic de declinație) – arată poziția nordului geografic, a nordului magnetic și a liniei caroiajului hărții, la un moment dat, fără a ține cont de variația declinației magnetice sau de eventualele anomalii magnetice.

Hidronime – totalitatea denumirilor referitoare la elementele de hidrografie.

Index (al unui atlas) – listă anexă întocmită de obicei în ordine alfabetică, care cuprinde toate denumirile existente pe hărțile atlasului și foarte adesea însoțite de coordonate care dau posibilitatea identificării fiecărui termen pe planșa pe care se găsește.

Inscripții pe hărți – totalitatea denumirilor și a notațiilor prin litere și cifre; **i.p.h.** se pot grupa după categoriile de elemente la care se referă, în: *toponime* (totalitatea numelor de locuri geografice), *oiconime* (denumiri de localități), *hidronime* (denumiri de ape), *oronime* (denumiri ale unităților de relief) etc. După importanță și sens, **i.p.h.** pot fi grupate în trei categorii: *denumiri proprii* (care se referă la obiectul determinat), *nomenclaturi* (care se referă la un gen de obiecte, munți, ape, insule etc.) și *i. explicative* (care au rolul să completeze sau să înlocuiască semnele grafice, ca de exemplu **i.** referitoare la viteza apei unui râu, adâncimea unui vad, natura fundului vadului etc.).

Interpretare (a unei hărți) – se referă la identificarea și citirea semnelor

convenționale, în scopul stabilirii relațiilor reciproce existente între procesele și fenomenele reprezentate pe planuri și hărți (de exemplu: relația dintre rețeaua hidrografică și relief, sau între localități și rețeaua de căi de comunicații).

Izolinie (la plural) – linie care unește puncte cu aceeași valoare. Dintre acestea se menționează: *izoamplitudine*, linie care, pe hărțile climatice, unește punctele cu aceeași amplitudine a temperaturii medii sau extreme a aerului, dintr-o perioadă de timp determinată; *izoanabază*, linie care unește punctele cu aceeași intensitate a mișcării de ridicare a scoarței terestre; *izobară*¹, linie care unește punctele cu aceeași presiune atmosferică; *izobată* (*izos* = la fel, egal; *bathos* = adâncime), curbă batimetrică; *izobrontă*, linie care unește punctele unde se aude pentru prima dată tunetul, primăvara; sin.: homobronte; *izocolă*, linie care unește puncte cu deformări egale (în proiecțiile cartografice); *izocronă*, linie care unește punctele în care se produce în același timp un anumit fenomen, în raport de un punct de stație; *izofreată*, linie care unește puncte cu aceeași adâncime a pânzei freatice; *izoglosă*, linie care delimitează (pe hartă) răspândirea unui fenomen fonetic, lexical sau morfologic; *izogonă*² (*izos* = egal; *gonio* = unghi), linie care unește puncte cu aceeași valoare a declinației magnetice; *izohalină*, linie care unește puncte cu aceeași salinitate (a apei); *izohietă*, linie care unește puncte cu

¹ Primele izobare și izoterme au fost trasate de geograful german Al Humboldt, în secolul al XIX-lea.

² Primele izogone au fost trasate de fizicianul și astronomul englez Edmund Halley, în anul 1702.

aceeași cantitate de precipitații; *izohipsă*, curbă de nivel; *izonefă*, linie care unește puncte cu aceeași nebulozitate; *izonotidă* (*izos* = egal; *notis* = umezeală), linie care unește puncte cu același indice de umiditate; *izopagă* (*izos* = egal; *pagos* = gheață), linie care unește punctele (de pe cursurile apelor), care au aceeași durată a podului de gheață; *izopectă*, linie care unește punctele în care înghețul apei se produce în aceeași zi; *izopictă*, linie care unește puncte cu aceeași densitate a apelor oceanice; *izorahie*, linie care unește porturile atinse în același timp de flux; sin.: linie cotidală; *izoseistă*, linie care unește punctele cu aceeași intensitate a unui seism; *izotahă* (*izos* = egal; *tachos* = viteză), linie care unește punctele cu aceeași viteză (a apelor), într-o secțiune transversală; *izotermă* (*izos* = egal; *thermos* = cald), linie care unește punctele cu aceeași temperatură (a aerului, a solului, apei); prin izotermă se poate reprezenta pe hartă repartiția temperaturilor medii minime sau maxime, într-o perioadă de timp (lună, an, pe o anumită suprafață).

Legendă (a hărții) – totalitatea informațiilor privind semnele convenționale, culorile etc. care permit interpretarea hărții.

Linie de egală deformare (izocolă) – linie care unește punctele de deformări egale.

Linii de deformări nule – linii de-a lungul cărora nu se produc nici un fel de deformări (în proiecțiile cartografice).

Lizibilitate (a hărții) – proprietatea hărților prin care se asigură claritatea semnelor convenționale, în scopul descifrării și interpretării lor ușoare.

Mapamond – (lat. *mappa mundi*), reprezentarea globului terestru pe o suprafață plană sub forma a două emisfere (în sens longitudinal). Sin.: planiglob. **M. ceresc** – hartă sub formă de două cercuri tangente, pe care este reprezentată bolta cerească cu constelațiile sale.

Medalion (al hărții) – hartă auxiliară a unei hărți principale, tipărită pe aceeași foaie și întocmită la o scară mai mare sau mai mică decât scara hărții principale; **m.h.** poate fi ca poziție, *exterior* sau *interior* cadrului hărții principale și poate reprezenta mai detaliat un fenomen sau proces existent pe harta principală (cazul **m.h.** la scară mai mare) sau arăta localizarea regiunii din harta principală în cadrul unei unități mai mari, de ex.: în cadrul unei țări, a unui continent (cazul **m.h.** la scară mai mică).

Oiconime – totalitatea denumirilor referitoare la localități.

Oronime – totalitatea denumirilor referitoare la elementele de relief.

Ortografia oficială a numelor geografice – vizează normele după care se stabilește scrierea corectă a denumirilor de pe hărțile unei țări.

Plan cotat – plan pe care relieful este reprezentat printr-o serie de puncte însoțite de numere ce exprimă altitudinea lor.

Plan de bază – plan topografic întocmit pentru un teritoriu dat (de exemplu o țară) la scară mare și într-un sistem de proiecție, care trebuie să satisfacă, prin conținut, majoritatea sectoarelor economiei naționale. În România, **p.d.b.** sunt p. la scara 1:5000. Sin. **p.** fundamental.

Reambulare (a planurilor și hărților) – operație executată prin ridicări topo-

grafice, fotogrammetrice sau documente cartografice, pentru ca un plan sau hartă să fie completate cu modificări și elemente noi, apărute de la data

întocmirii sau de la ultima **r. R.** Se face periodic sau ori de câte ori este cazul. Sin.: aducerea la zi a planurilor și hărților.

BIBLIOGRAFIE

- Allix J.-P., Soppelsa J.** (1981), *Images de la Terre et des Hommes*, Edit. Belin, Paris.
- Chiș Gh., Săndulache Al., Albotă M.** (1981), *Elemente de geografie și selenografie matematică*, Edit. Științifică și Enciclopedică, București.
- Costăchel A.** (1951), *Topografie*, Edit. Institutului de Construcții, București.
- Couet R., Dubuisson B.** (1982), *Cours de dessin topographique*, Editions Eyrolles, Paris.
- Cristescu N., Neamțu M., Ursea V., Sebastian-Taub Margareta** (1980), *Topografie*, Edit. Didactică și Pedagogică, București.
- Cuenin R.** (1972), *Cartographie générale*, tome 1, Editions Eyrolles, Paris.
- Dragu Gh.** (1975), *Cartografierea economico-geografică*, Centrul de Multiplicare al Universității din București.
- Gagea L., Iacobescu V.** (1993), *Cartografie (Desen cartografic)*, Edit. Didactică și Pedagogică, București.
- Grigore M.** (1979), *Reprezentarea grafică și cartografică a formelor de relief*, Edit. Academiei, București.
- Grigore M.** (1994), *Elemente de cartografie fizico- și economico-geografică*, Edit. Fundației România de Măine, București.
- Iacobescu V., Cojocaru D.** (1966), *Cartografierea și reproducerea hărților*, Edit. Didactică și Pedagogică, București.
- Iacobescu V.R., Iacobescu V.V.** (1989), *Tehnica scrierii artistice*, Edit. Tehnică, București.
- Isacenko, A.** (1960), *Cartografierea fizico-geografică*, Edit. Științifică, București.
- Joly F.** (1985), *La cartographie*, Press Universitaires de France, Paris.
- Năstase A.** (1957), *Proiecțiile cartografice în care sunt lucrate hărțile utilizate în învățământul nostru*, Natura, 2.
- Năstase A.** (1958), *Atlas de semne convenționale*, București.
- Năstase A.** (1998), *Cartografie*, Edit. Fundației România de Măine, București.
- Năstase A.** (1998), *Topografie*, Edit. Fundației România de Măine, București.

- Năstase A., Osaci-Costache Gabriela** (2000), *Topografie-Cartografie. Lucrări practice*, Edit. Fundației *România de Măine*, București.
- Nițu C.** (1997), *Sisteme informaționale geografice*; A XXVII-a Sesiune de comunicări științifice cu participare internațională, Academia Tehnică Militară, București.
- Posea Gr.** (1987), *Analiza hărții topografice în cercetarea reliefului. Sinteze geografice II*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Posea Gr., Armaș Iuliana** (1998), *Geografie fizică. Terra – cămin al omenirii și sistemul solar*, Edit. Enciclopedică, București.
- Posea Gr., Popescu N.** (1964), *Harta geomorfologică generală*, AUB - Geol.-Geogr., 1.
- Robinson A. H.** (1963), *Elements of cartography*, John Wiley and Sons Inc., New-York - London.
- Rotaru M., Anculete Gh.** (1993), *Topogeodezie militară modernă*, vol. I-II, Secția Asigurare Tehnico - Economică a Presei și Tipăriturilor, M.Ap.N., București.
- Rotaru M., Anculete Gh., Paraschiva I.** (1989), *Evoluția concepției geodezice militare în România*, D.T.M., București.
- Rotaru M., Nițu C.D.** (1993), *Stadiul actual și perspectivele cartografiei în lume*, D.T.M., București.
- Rusu A., Boș N., Kiss A.** (1982), *Topografie-Geodezie*, Edit. Didactică și Pedagogică, București.
- Săndulache Al., Buz V.** (1982), *Topografie generală cu elemente de topografie minieră și teledetecție*, Cluj-Napoca.
- Velcea Valeria** (1976), *Cartografierea fizico-geografică*, Tipografia Universității din București.
- * * * (1996), *Analiza cantitativă în geografia fizică*, Edit. Universității „Al.I.Cuza”, Iași.
- * * * (1975), *Atlas de semne convenționale pentru harta topografică la scara 1: 25 000*, ediția a II-a, D.T.M., București.
- * * * (1988), *Atlas de semne convenționale pentru hărțile topografice la scările 1: 25 000, 1: 50 000, 1: 100 000, 1: 200 000, 1: 500 000, 1: 1 000 000*, D.T.M., București.
- * * * (1970), *Glossaire francais de cartographie*, Fasc. 46, Bull. 4, Paris.
- * * * (1970), *Topografie militară*, D.T.M., București.