

CUPRINS

Prefață	3
SECȚIUNEA ÎNȚĂI: CUNOȘTINȚE GENERALE	5
1. INTRODUCERE. NOȚIUNI DE BAZĂ	5
1.1. Scurt istoric al măsurătorilor terestre	5
1.1.1. Evoluție	5
1.1.2. Rolul instrumentelor geotopografice	7
1.1.3. Măsurătorile terestre în România	10
1.1.3.1. Dezvoltarea până în 1989	10
1.1.3.2. Situația postdecembristă	12
1.2. Precizări de terminologie	14
1.2.1. Știința măsurătorilor terestre	14
1.2.2. Geomatica - știința viitorului	15
1.2.3. Ridicarea în plan. Poziționarea punctelor	17
1.2.4. Topografia. Prezentare generală	19
1.2.5. Topografie digitală	20
1.2.5.1. Caracteristici generale	20
1.2.5.2. Avantaje. Dotare minimă	21
1.2.5.3. Structura cărții	22
1.3. Bazele topografiei	24
1.3.1. Elemente geometrice	24
1.3.2. Principiile topografiei	26
1.4. Planuri topografice	29
1.4.1. Prezentare generală	29
1.4.2. Elemente definitorii ale unui plan	30
1.5. Concluzii	32
2. NOȚIUNI DE CALCUL ȘI ERORI ÎN MĂSURĂTORILE TOPOGRAFICE	33
2.1. Introducere	33
2.1.1. Elemente de bază	33
2.1.2. Unități de măsură	34
2.1.3. Cercul topografic	35
2.2. Mijloace de calcul	38
2.2.1. Scurt istoric	38
2.2.2. Calculatoare electronice moderne. Elemente de bază	40
2.3. Calculatorul personal tip PC	41
2.3.1. Unitatea centrală (UC)	41
2.3.1.1. Microprocesorul	41
2.3.1.2. Memoria internă și ceasul intern	42
2.3.2. Memoria externă	43

2.3.3. Echipamente periferice	44
2.3.3.1. Tipuri. Funcții	44
2.3.3.2. Tastatura și mouse-ul	45
2.3.3.3. Scannerul	46
2.3.3.4. Tableta grafică și masa digitizoare	47
2.3.3.5. Monitorul	47
2.3.3.6. Imprimanta și plotterul	48
2.3.3.7. Alte periferice utile	51
2.3.4. Rețele de calculatoare	51
2.3.5. Alte sisteme de calcul cu funcții similare	52
2.3.6. Aplicații (software) și informații	53
2.4. Erori în măsurătorile topografice	55
2.4.1. Generalități. Elemente de bază	55
2.4.2. Criterii de apreciere a calității măsurătorilor	57
2.4.3. Erori sistematice	59
2.4.4. Erori întâmplătoare în măsurători directe de ponderi egale	59
2.4.4.1. Erori aparente. Proprietăți	59
2.4.4.2. Erori medii	60
2.4.4.3. Curba de distribuție a erorilor	61
2.4.4.4. Alte tipuri de erori	63
2.4.5. Erori întâmplătoare în măsurători directe de ponderi diferite	64
2.4.5.1. Ponderi. Erori întâmplătoare de ponderi diferite	64
2.4.5.2. Erori medii ponderate	65
2.4.5.3. Principiul metodei celor mai mici pătrate (MCMP)	66
2.4.6. Propagarea erorilor întâmplătoare	66
2.4.7. Rezultatele măsurătorilor	67
2.4.7.1. Compensarea erorilor	67
2.4.7.2. Prezentarea rezultatului. Precizia măsurătorilor	68
2.4.7.3. Toleranțe	69
2.4.8. Concluzii	70
3. ELEMENTE DE GEODEZIE ȘI CARTOGRAFIE	71
3.1. Noțiuni introductive	71
3.1.1. Necesitatea cunoștințelor. Figura Pământului	71
3.1.2. Suprafețe de referință	72
3.1.2.1. Geoidul	72
3.1.2.2. Elipsoidul	73
3.1.2.3. Sfera de rază medie	74
3.1.2.4. Planul de proiecție	75
3.2. Sisteme de coordonate	76
3.2.1. Coordonate geodezice și astronomice	76
3.2.2. Sisteme carteziane de coordonate	77
3.3. Sisteme geodezice de referință	78
3.3.1. Generalități	78
3.3.2. Sisteme de referință globale	78
3.3.3. Sisteme geodezice convenționale (locale)	79

3.4. Sisteme de referință și coordonate (SRC)	80
3.4.1. Generalități	80
3.4.2. Evoluția SRC în România	81
3.4.2.1. Situația actuală	81
3.4.2.2. Stadiul implementării noului SRC	82
3.4.2.3. Poziționarea în spațiu a punctelor geodezice	83
3.5. Datumul geodezic	84
3.5.1. Caracteristici. Tipuri	84
3.5.2. Situația din România	85
3.5.3. Transformarea datumului	86
3.6. Reducerea observațiilor geodezice la suprafața de referință	88
3.6.1. Generalități	88
3.6.2. Reducerea observațiilor azimutale	88
3.6.2.1. Corecții de reducere la elipsoid	88
3.6.2.2. Reducerea pe elipsoid a distanțelor măsurate prin unde	89
3.6.2.3. Excesul sferic	90
3.6.2.4. Convergența meridianelor	92
3.7. Noțiuni privind proiecțiile cartografice	93
3.7.1. Funcții. Clasificări. Caracteristici	93
3.7.2. Alegerea și elementele unui sistem de proiecție	95
3.7.2.1. Criterii. Elemente caracteristice	95
3.7.2.2. Sisteme și variante folosite în România	95
3.8. Proiecția stereografică 1970	96
3.8.1. Caracteristici generale	96
3.8.2. Deformația distanțelor	97
3.8.3. Trecerea punctelor din planul tangent în plan secant și invers	99
3.8.4. Sisteme locale de proiecție pe plan secant	101
3.8.5. Referința pentru cote	103
3.9. Proiecția Stereografică 2010	104
3.9.1. Generalități	104
3.9.2. Elemente definatorii	104
3.9.3. Împărțirea hărții în foi	105
3.10. Proiecția Universal Transversal Mercator (UTM)	108
3.10.1. Prezentare generală	108
3.10.2. Sistemul de axe. Deformații	109
3.11. Rețele geodezice și geo-topografice	111
3.11.1. Definiție. Clasificare	111
3.11.2. Rețele geodezice	112
3.11.2.1. Categorii. Funcții	112
3.11.2.2. Rețele geodezice naționale în România	113
3.11.2.3. Triangulația geodezică de stat	114
3.11.3. Rețele de sprijin și de ridicare	116
3.12. Rețeaua Geodezică Națională Spațială RGNS	117
3.12.1. Necesitate. Concepție. Caracteristici	117
3.12.2. Evoluția realizării RGNS	118
3.12.3. Structura rețelei RGNS	120
3.12.4. Stații GNSS permanente	122

3.12.4.1	Funcții. Obiective	122
3.12.4.2	Caracteristici generale	122
3.13.	Rețele geodezice de nivelment	124
3.13.1.	Caracteristici	124
3.13.2.	Clasificarea rețelilor de nivelment	125
3.13.3.	Aprecieri finale	126
SECȚIUNEA A DOUA: POZITIONAREA ÎN SISTEM GPS		127
4.	SISTEME GNSS. STRUCTURĂ. MOD DE LUCRU	127
4.1.	Sisteme de poziționare satelitară. Prezentare generală	127
4.1.1.	Definirea noțiunii	127
4.1.2	Evoluția și perspectivele sistemelor GNSS	130
4.1.3	Principiile sistemului GNSS	131
4.2.	Structura sistemului GPS	133
4.2.1.	Introducere	133
4.2.2.	Segmentul spațial GPS	134
4.2.2.1.	Structură	134
4.2.2.2.	Semnale GPS	135
4.2.2.3.	Modernizarea constelației satelitare GPS	137
4.2.3	Segmentul de control	138
4.2.4.	Segmentul utilizator	139
4.2.4.1.	Structura unui receptor GPS	139
4.2.4.2.	Tipuri de receptoare	141
4.2.4.3.	Stații GPS permanente	143
4.3.	Alte sisteme de poziționare satelitară disponibile	145
4.3.1.	Sistemul GNSS GLONASS	145
4.3.2.	Sistemul GNSS Galileo	146
4.3.3.	Sisteme regionale de poziționare GNSS. Recapitulație	147
4.4.	Perturbații și evaluarea determinărilor GNSS	147
4.4.1.	Erori în poziționarea GNSS	147
4.4.1.1.	Erori satelitare	148
4.4.1.2.	Erori de semnal	148
4.4.1.3.	Erorile segmentului utilizator	149
4.4.2.	Indicatori de precizie	150
4.4.3.	Concluzii	151
4.5.	Bazele poziționării GNSS	152
4.5.1.	Introducere	152
4.5.2.	Radiații electromagnetice	153
4.5.2.1.	Elemente de bază	153
4.5.2.2	Mixarea semnalelor	155
4.6.	Modalități de poziționare GNSS	155
4.6.1.	Aspecte generale	155
4.6.2.	Modul absolut de poziționare	157
4.6.3.	Poziționarea diferențială GNSS	159
4.6.3.1.	Prezentare generală	159
4.6.3.2.	Măsurători de fază. Rezolvarea ambiguităților	159

4.6.3.3. Principiul poziționării diferențiale	160
4.6.4. Precizii finale	162
4.7. Metode și procedee de poziționare GNSS	163
4.7.1. Generalități	163
4.7.2. Metoda statică	165
4.7.3. Metoda cinematică	166
4.7.3.1. Prezentare generală. Procedee	166
4.7.3.2. Poziționarea în timp real (RTK)	167
4.8. Prelucrarea observațiilor GPS	169
4.8.1. Obiectiv. Caracteristici	169
4.8.2. Calculul coordonatelor în sistemul global WGS 84	170
4.9. Concluzii generale	171
5. REALIZAREA REȚELEI DE SPRIJIN GPS	173
5.1. Prezentare generală	173
5.1.1. Generalități privind rețeaua de sprijin	173
5.1.2. Concepția actuală din România. Comentarii	174
5.2. Proiectarea și marcarea rețelei GPS	176
5.2.1. Etape. Condiții	176
5.2.2. Anteproiectul rețelei de sprijin GPS	176
5.2.3. Definitivarea proiectului	178
5.2.4. Elemente suplimentare	180
5.2.5. Avizarea proiectului și marcarea punctelor	180
5.3. Achiziționarea datelor satelitare	181
5.3.1. Suport tehnic	181
5.3.1.1. Considerații generale	181
5.3.1.2. Scheme de poziționare	182
5.3.1.3. Proiectarea vectorilor	184
5.3.2. Organizarea observațiilor satelitare	185
5.3.2.1. Generalități	185
5.3.2.2. Proiectul de observații	186
5.3.3. Înregistrarea datelor satelitare	187
5.3.3.1. Introducere	187
5.3.3.2. Lucrări pregătitoare și înregistrări	189
5.3.3.3. Aspecte complementare	190
5.4. Prelucrarea observațiilor satelitare	190
5.4.1. Obiect. Etape	190
5.4.2. Procesarea datelor în poziționarea relativă	192
5.4.2.1. Calculul bazelor. Cazuri	192
5.4.2.2. Procesarea propriu-zisă	192
5.4.2.3. Analiza rezultatelor. Compensarea rețelei	194
5.4.3. Calculul coordonatelor finale	195
5.4.3.1. Obiect. Terminologie	195
5.4.3.2. Principii	196
5.4.3.3. Modalități practice de transcalculare a coordonatelor	197
5.5. Serviciile ROMPOS	198
5.5.1. Prezentare generală	198
5.5.2. Utilizări curente	200

5.5.3. Observații finale asupra rețelelor de sprijin satelitare	202
5.6. Poziționări satelitare individuale	203
5.6.1. Prezentare generală	203
5.6.1.1. Explicarea termenului	203
5.6.1.2. Motivația poziționărilor individuale GPS	204
5.6.2. Principiul determinărilor	205
5.6.3. Implicarea practică. Rezultate	206
5.6.4. Cazuri frecvente	207
5.6.5. Succesiunea operațiilor	209
5.6.5.1. Lucrări de teren	209
5.6.5.2. Procesarea datelor	210
5.6.6. Concluzii	211
5.7. Implicarea stației totale în realizarea rețelei de sprijin	212
5.7.1. Generalități. Cazuri	212
5.7.2. Completarea rețelei de sprijin GPS	212
5.7.2.1. Semnale nestaționabile	212
5.7.2.2. Alte intersecții unghiulare	215
5.7.2.3. Intersecția liniară	216
5.7.2.4. Precizia intersecțiilor	218
5.7.2.5. Puncte dublu radiate	219
5.7.2.6. Încadrarea punctelor suplimentare în rețeaua GPS	220
5.7.3. Rețele de sprijin realizate cu stația totală	221
5.7.3.1. Triangulația-trilaterația	221
5.7.3.2. Rețele poligonometrice încadrate	224
5.7.3.3. Rețele poligonometrice independente	227
5.7.4. Concluzii	228
SECȚIUNEA A TREIA:	
RIDICĂRI TOPOGRAFICE CU STAȚIA TOTALĂ	229
6. STAȚIA TOTALĂ. PREZENTARE GENERALĂ	229
6.1. Introducere	229
6.1.1. Domenii de utilizare	229
6.1.2. Baze teoretice	230
6.2. Elemente structurale	232
6.2.1. Axe și mișcări	232
6.2.2. Componenta mecanică	233
6.2.3. Componenta optică	236
6.2.3.1. Luneta	236
6.2.3.2. Dispozitivul de centrare	239
6.2.4. Componenta electronică	240
6.2.4.1. Microprocesorul	240
6.2.4.2. Dispozitivul EDM	240
6.2.4.3. Memoria electronică	241
6.2.4.4. Panoul de afișaj și comandă	242
6.2.4.5. Bateria de acumulatori	243
6.2.5. Auxiliare și anexe	244

6.2.6. Precizia stației totale	248
6.2.7. Moduri de prezentare	250
6.2.7.1. Sisteme inițiale	250
6.2.7.2. Modele moderne	250
6.3. Măsurători și determinări de bază	255
6.3.1. Generalități. Categoriile de lucrări	255
6.3.2. Instalarea instrumentului în stație	256
6.3.2.1. Etape	256
6.3.2.2. Erori de instalare	257
6.3.2.3. Pregătirea aparatului	258
6.3.3. Măsurarea unghiurilor orizontale	259
6.3.4. Măsurarea unghiurilor verticale	261
6.3.5. Observații suplimentare	262
6.4. Măsurarea distanțelor	264
6.4.1. Mod de lucru	264
6.4.2. Performanțe și posibilități	265
6.5. Programe de lucru	267
6.6. Verificarea și mentenanța stațiilor totale	270
6.6.1. Generalități	270
6.6.2. Verificarea stațiilor totale	270
6.6.3. Mentenanța stațiilor totale	273
6.7. Concluzii	273
6.8. Alte tipuri de instrumente moderne	274
6.8.1. Generalități. Teodolite digitale	274
6.8.2. Sistemul mixt stație totală + GPS	275
6.8.3. Aparatură topografică cu laser	277
6.8.3.1. Generalități	277
6.8.3.2. Scanere 3D	277
6.8.3.3. Lasere de aliniament și poziționare	278
6.8.4. Alte sisteme de tip mixt	280
7. DRUMUIREA 3D. RIDICAREA DETALIILOR	281
7.1. Metoda drumuirii	281
7.1.1. Poziția în cadrul lucrărilor topografice	281
7.1.2. Clasificarea drumuirilor	281
7.2. Drumuirea încadrată 3D. Baze teoretice	283
7.2.1. Introducere	283
7.2.2. Calculul clasic	283
7.2.3. Variantă de calcul	287
7.2.4. Precizia drumuirii combinate	288
7.2.4.1. Evaluarea poziționării planimetrice	288
7.2.4.2. Precizia drumuirii de nivelment trigonometric	291
7.2.5. Variante ale drumuirii 3D	292
7.2.5.1. Caracteristici generale	292
7.2.5.2. Drumuirea 3D închisă pe punctul de plecare	293
7.2.5.3. Drumuiri de precizie	295
7.2.5.4. Drumuiri poligonometrice și cu puncte nodale	297
7.2.5.5. Drumuiri fără vize de orientare	299

7.3. Drumuirea 3D cu stația totală. Cazul general	300
7.3.1. Prezentare generală. Condiții de lucru	300
7.3.2. Executarea măsurătorilor	301
7.3.2.1. Programul „măsurători”	301
7.3.2.2. Meniul „coordonate”	301
7.3.3. Verificări și controale specifice	302
7.3.3.1. Greșeli	302
7.3.3.2. Controale în faza inițială	303
7.3.3.3. Verificări pe traseu	304
7.3.3.4. Controlul final	304
7.3.4. Aspecte finale	305
7.3.4.1. Prelucrarea datelor	305
7.3.4.2. Precizia drumuirilor cu stația totală	306
7.3.5. Concluzii	306
7.4. Realizarea rețelelor de ridicare 3D cu stația totală	308
7.4.1. Obiective. Principii. Clasificare	308
7.4.2. Concepții de realizare	309
7.4.3. Proiectarea rețelei de ridicare	310
7.4.4. Marcarea punctelor	311
7.4.5. Măsurători. Calcule	312
7.4.6. Rețele de ridicare 3D. Tipuri	312
7.4.6.1. Generalități	312
7.4.6.2. Rețele de ridicare 3D simple și complexe	313
7.4.6.3. Rețele încadrate și independente	313
7.4.6. Concluzii	314
7.5 Ridicarea detaliilor. Suport teoretic	315
7.5.1. Obiect. Principii. Mijloace	315
7.5.2. Metoda radierii. Baza teoretică	316
7.5.2.1. Generalități	316
7.5.2.2. Elemente de calcul	316
7.5.2.3. Precizie	317
7.5.3. Radieri cu stația totală	319
7.5.3.1. Noțiuni de bază. Măsurători	319
7.5.3.2. Precizie. Control. Concluzii	320
7.5.4. Ridicarea detaliilor. Aspecte practice	321
7.5.4.1. Definirea noțiunii. Variante de lucru	321
7.5.4.2. Moduri de lucru cu stația totală	321
7.5.4.3. Precizări preliminare	322
7.5.4.4. Achiziționarea datelor	323
7.5.4.5. Elemente de reprezentare a reliefului	323
7.5.5. Alte posibilități și programe de ridicare a detaliilor	324
7.5.6. Completări. Concluzii	325
8. PLANURI TOPOGRAFICE. SUPRAFETE. PARCELĂRI	327
8.1. Considerații generale	327
8.1.1. Elemente de conținut	327
8.1.2. Clasificarea planurilor topografice	327
8.1.3. Suportul raportării planului	329

8.1.3.1. Implicarea sistemului informațional	329
8.1.3.2. Baza de date	331
8.1.4. Prelucrarea datelor din teren	332
8.2. Planul în format digital	333
8.2.1. Caracteristici. Prezentare generală	333
8.2.2. Elemente definitorii	334
8.2.3. Principii de reprezentare	335
8.2.4. Raportarea planimetriei	337
8.2.5. Trasarea curbelor de nivel	338
8.2.5.1. Principii. Procedeele clasice	338
8.2.5.2. Trasarea automată	340
8.2.6. Definitivarea planului	342
8.2.7. Elemente calitative	344
8.2.7.1. Precizia planului digital	344
8.2.7.2. Verificarea și recepția planurilor topografice	345
8.2.8. Concluzii	347
8.3. Conversia, georeferențierea și asamblarea planurilor	348
8.3.1. Conținutul și necesitatea lucrărilor	348
8.3.2. Digitizarea planurilor	349
8.3.3. Scanarea	350
8.3.4. Vectorizarea	351
8.3.5. Georeferențierea	352
8.3.6. Asamblarea planurilor	353
8.3.7. Aspecte curente de folosire a planurilor topografice	355
8.3.7.1. Condiții. Obiective	355
8.3.7.2. Utilizări ale planurilor topografice	355
8.3.8. Profile topografice	358
8.4. Concluzii asupra planurilor topografice	360
8.5. Determinarea suprafețelor și împărțirea lor	361
8.5.1. Generalități	361
8.5.2. Metode numerice	361
8.5.3. Metoda mecanică	363
8.5.3.1. Planimetre clasice	363
8.5.3.2. Planimetre digitale	366
8.6. Metode grafice	368
8.7. Împărțirea suprafețelor	370
8.7.1. Aspecte generale	370
8.7.2. Detașarea prin punct obligat	371
8.7.3. Detașarea paralelă	373
8.7.3.1. Baza teoretică	373
8.7.3.2. Parcelarea paralelă	375
8.7.3.3. Aplicarea parcelarului pe teren	377
8.7.3.4. Parcelarea paralelă pe linie frântă	378
8.7.4. Parcelarea pe computer	380
8.7.4.1. Generalități	380
8.7.4.2. Rezolvarea unor calcule auxiliare	382
8.7.4.3. Detașarea prin aproximări succesive	382

8.7.4.4. Variantă de lucru	384
8.7.5. Concluzii	384
8.8. Rectificarea hotarelor	385
8.8.1. Schimburi de terenuri. Cazuri	385
8.8.2. Procedul de detașare prin punct obligat. Cazuri	386
8.8.3. Procedul prin detașare paralelă. Cazul general.	387
8.8.4. Rectificarea unui hotar printr-o linie cu o singură frântură	389
8.8.5. Concluzii	390
SECȚIUNEA A PATRA:	
PROBLEME DE NIVELMENT. ÎNCHEIERE	391
9. RIDICĂRI NIVELITICE	391
9.1. Noțiuni introductive	391
9.1.1. Obiect. Elemente de bază	391
9.1.1.1. Suprafețe și diferențe de nivel. Cote. Aproximări	391
9.1.1.2. Factori perturbatori	394
9.1.2. Principii de nivelment	396
9.2. Instrumente de nivelment geometric	398
9.2.1. Clasificare	398
9.2.2. Nivelmetre clasice	399
9.2.3. Nivelmetre compensatoare (automate)	400
9.2.4. Nivelmetre digitale	402
9.2.5. Mire și dispozitive anexe	404
9.2.6. Verificarea și rectificarea nivelmetrelor	405
9.2.7. Mod de lucru nivelmentul geometric	408
9.2.8. Precizia nivelmentului geometric	410
9.3. Metode de nivelment geometric. Baze teoretice	412
9.3.1. Prezentare generală	412
9.3.2. Metoda drumuirii. Cazul general	412
9.3.2.1. Elemente de bază. Măsurători	412
9.3.2.2. Calculul cotelor	414
9.3.2.3. Evaluarea preciziei	415
9.3.3. Alte drumuirii de nivelment geometric	416
9.3.3.1. Drumuirea închisă și de precizie	416
9.3.3.2. Drumuirea cu puncte nodale	417
9.3.4. Metoda radierii	418
9.4. Rețele de nivelment geometric	419
9.4.1. Necesitate. Importanță	419
9.4.2. Proiectarea lucrărilor și executarea măsurătorilor	420
9.4.3. Compensarea riguroasă. Studiu de caz.	421
9.4.4. Rețele independente de nivelment geometric	424
9.4.4.1. Utilizări. Principii	424
9.4.4.2. Posibilități de calcul	424
9.5. Lucrări de nivelment geometric	426
9.5.1. Conținut. Caracteristici	426
9.5.2. Nivelment geometric de suprafață	426

9.5.3. Ridicarea profilului prin nivelment geometric	428
9.6. Nivelmentul trigonometric	429
9.6.1. Considerații generale. Cazuri	429
9.6.2. Date necesare. Instrumente. Mod de lucru	431
9.6.3. Precizia nivelmentului trigonometric	432
9.6.4. Metode și rețele de nivelment trigonometric	433
9.6.4.1. Introducere	433
9.6.4.2. Metoda drumuirii și rețele de nivelment trigonometric la distanțe mici	434
9.6.4.3. Cazul nivelmentului trigonometric la distanțe mari	435
9.7. Concluzii	435
10. ASPECTE FINALE	436
Concluzii generale	436
Cod deontologic	437
Postfață	438
Bibliografie selectivă	439
Cuprins	441
Note. Observații	452