

Spis treści

Wstęp	1
1. WIADOMOŚCI PODSTAWOWE	3
1.1. Rys historyczny rozwoju geodezji na świecie i w Polsce	3
1.2. Podziały geodezji	6
1.3. Jednostki miar	8
1.4. Rodzaje współrzędnych stosowanych w geodezji	11
1.5. Wiadomości z geodezji wyższej	14
1.6. Zakładanie państwowych sieci punktów geodezyjnych	16
1.7. Wiadomości z kartografii	20
1.7.1. Wprowadzenie	20
1.7.2. Odwzorowanie Gaussa–Krügera	23
1.7.3. Odwzorowanie quasi-stereograficzne	25
1.7.4. Odwzorowanie Mercatora	27
1.8. Powierzchnia odniesienia w geodezji niższej	27
1.9. Zasady jednolitego wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych w Polsce	29
1.9.1. Wprowadzenie	29
1.9.2. Geodezja i kartografia w strukturach administracyjnych państwa	30
1.9.3. Państwowe przepisy pomiarowe	32
1.9.4. System odniesień przestrzennych	34
1.9.5. Osnowy geodezyjne — sieci punktów geodezyjnych	37
1.10. Ewidencja gruntów i budynków	39
1.11. Podział prac geodezyjnych i kartograficznych	41
1.12. Ogólne zasady wykonywania pomiarów i obliczeń	42
2. ELEMENTY RACHUNKU WYRÓWNANIA I OBLICZEŃ GEODEZYJNYCH	45
2.1. Symbole pomocnicze Hausbrandta	45
2.2. Funkcje sinus i tangens małych kątów	46
2.3. Wykonywanie obliczeń z udziałem liczb przybliżonych	47
2.4. Przyczyny powstawania błędów przy wykonywaniu pomiarów geodezyjnych	51
2.5. Rodzaje błędów występujących w pomiarach geodezyjnych	51
2.6. Zadania rachunku wyrównania	53

2.7.	Elementy rachunku prawdopodobieństwa	53
2.8.	Cechy błędów przypadkowych i prawo błędów Gaussa	55
2.9.	Sposoby określania dokładności spostrzeżeń i ich funkcji — błąd średni, przeciętny i prawdopodobny	57
2.9.1.	Wprowadzenie	57
2.9.2.	Błędy średnie funkcji wielkości zmierzonych — prawo przenoszenia się błędów średnich, wagi funkcji wielkości zmierzonych	59
2.10.	Wyrównanie obserwacji	63
2.10.1.	Wprowadzenie	63
2.10.2.	Wyrównanie ściśle obserwacji	63
2.10.3.	Wyrównanie przybliżone obserwacji	65
2.10.4.	Wyrównanie spostrzeżeń bezpośrednich	67
2.10.5.	Wyrównanie metodą spostrzeżeń pośrednich	76
2.10.6.	Wyrównanie metodą spostrzeżeń warunkowych (w zarysie)	85
3.	ELEMENTY OPTYCZNE W INSTRUMENTACH GEODEZYJNYCH	87
3.1.	Podstawowe prawa optyki geometrycznej	87
3.2.	Pryzmaty	89
3.2.1.	Wprowadzenie	89
3.2.2.	Węgielnica trójsieczna pojedyncza	90
3.2.3.	Węgielnica pięciocieczna — pentagonalna	91
3.2.4.	Inne zastosowania pryzmatów	92
3.3.	Płytką płasko-równoległą	93
3.4.	Soczewki	94
3.4.1.	Zasada działania	94
3.4.2.	Aberracje optyczne	98
3.5.	Oko ludzkie	99
3.6.	Lupa	100
3.7.	Mikroskop	102
3.8.	Luneta geodezyjna	103
3.8.1.	Zasada działania i podział lunet	103
3.8.2.	Parametry optyczne lunet	105
4.	POMIARY SYTUACYJNE	108
4.1.	Wiadomości ogólne	108
4.2.	Bezpośrednie pomiary długości	110
4.2.1.	Wprowadzenie	110
4.2.2.	Elektroniczny pomiar odległości — dalmierze świetlne	111
4.2.3.	Tradycyjne pomiary odległości	116
4.2.4.	Optyczny pomiar odległości	123
4.3.	Pośrednie pomiary długości	128
4.4.	Pomiary kątów	130
4.4.1.	Wprowadzenie i definicje	130
4.4.2.	Teodolity tradycyjne	131
4.4.3.	Sprawdzanie i rektyfikacja teodolitu	139
4.4.4.	Tachimetry elektroniczne — stacje pomiarowe	148
4.4.5.	Pomiar kątów poziomych	153
4.4.6.	Redukcje kątów w przypadku wykonania pomiarów ze stanowiska mimośrodowego i przy mimośrodowym ustawieniu sygnału	160

4.5.	Tyczenie kątów prostych	163
4.5.1.	Wprowadzenie	163
4.5.2.	Węgielnica pięciokątna — pentagonalna	163
4.5.3.	Inne sposoby tyczenia kątów prostych	165
4.6.	Orientowanie pomiarów i wyznaczanie azymutów	166
4.6.1.	Rodzaje azymutów	166
4.6.2.	Wyznaczanie kierunku południka geograficznego	167
4.7.	Globalny system pozycyjny — GPS	170
4.7.1.	Zasada działania systemu	170
4.7.2.	Podstawy funkcjonowania systemu	172
4.7.3.	Wyznaczanie pozycji anteny odbiornika GPS	174
4.7.4.	Pomiary DGPS — zastosowanie stacji referencyjnych	177
4.7.5.	Inne systemy satelitarne	179
4.8.	Osnowy dla pomiarów sytuacyjnych	179
4.8.1.	Wprowadzenie	179
4.8.2.	Związki liniowe jako osnowa pomiarowa	181
4.8.3.	Ciągi poligonowe jako osnowa sytuacyjna (pomiarowa)	183
4.8.4.	Pośrednie nawiązywanie ciągów do punktów niedostępnych	188
4.8.5.	Zagęszczanie osnów sytuacyjnych	189
4.9.	Pomiar szczegółów sytuacyjnych	191
4.9.1.	Wprowadzenie	191
4.9.2.	Metoda domiarów prostokątnych	192
4.9.3.	Metoda biegunowa	196
4.9.4.	Stanowiska swobodne przy pomiarach sytuacyjnych	197
4.9.5.	Inne sposoby pomiaru szczegółów sytuacyjnych	198
4.9.6.	Oznaczenia obiektów szczegółowych kodami według instrukcji technicznej K-1 i rysowanie szkiców połowych przy pomiarach sytuacyjnych	199
4.9.7.	Pomiary inwentaryzacyjne urządzeń i budowli melioracji wodnych	202
4.9.8.	Inwentaryzacja urządzeń podziemnego uzbrojenia terenu	203
4.10.	Pomiar sytuacyjno-wysokościowy przy zastosowaniu naziemnych skanerów laserowych	205
5.	POMIARY WYSOKOŚCIOWE I SYTUACYJNO-WYSOKOŚCIOWE	210
5.1.	Rodzaje niwelacji	210
5.2.	Wpływ krzywizny Ziemi i refrakcji na wyniki pomiarów niwelacyjnych	212
5.3.	Sieci punktów wysokościowych (reperów niwelacyjnych)	214
5.4.	Niwelacja geometryczna	216
5.4.1.	Wprowadzenie	216
5.4.2.	Instrumenty i przybory do niwelacji geometrycznej	216
5.4.3.	Wykonywanie pomiarów niwelatorami	229
5.4.4.	Rodzaje prac wykonywanych w ramach niwelacji technicznej (geometrycznej)	230
5.4.5.	Metody pomiarowe stosowane w ramach niwelacji technicznej (geometrycznej)	230
5.4.6.	Długość celowych przy niwelacji geometrycznej	233
5.4.7.	Osnowy wysokościowe — ciągi i sieci niwelacyjne	235
5.4.8.	Niwelacja małych cieków wodnych	242
5.4.9.	Pomiar spadku zwierciadła wody	244
5.5.	Niwelacja trygonometryczna na kuli i płaszczyźnie	245
5.6.	Niwelacja powierzchniowa	251
5.6.1.	Wprowadzenie	251
5.6.2.	Niwelacja powierzchniowa wykonywana metodami niwelacji geometrycznej	251

5.6.3. Niwelacja powierzchniowa wykonywana metodami niwelacji trygonometrycznej — tachimetria	258
5.6.4. Zalecenia Instrukcji G-4 dotyczące niwelacji powierzchniowej	268
6. OBLICZENIA GEODEZYJNE	270
6.1. Tradycyjne i współczesne metody wykonywania obliczeń geodezyjnych	270
6.2. Programy komputerowe do wspomaganiania kameralnych prac geodezyjnych	271
6.2.1. Wprowadzenie	271
6.2.2. Programy komputerowe do wykonywania obliczeń geodezyjnych	272
6.3. Obliczanie współrzędnych punktów poligonowych	278
6.3.1. Zasady ogólne	278
6.3.2. Obliczanie i wyrównanie ciągu poligonowego zamkniętego, niezależnego	280
6.3.3. Obliczanie i wyrównanie ciągu poligonowego otwartego dwustronnie nawiązanego	284
6.3.4. Obliczanie ciągu otwartego dwustronnie nawiązanego bez nawiązań kątowych	291
6.3.5. Obliczanie współrzędnych punktów w ciągu poligonowym otwartym bez nawiązania lub nawiązanego jednostronnie (tzw. ciągu wiszącego)	291
6.4. Obliczenia i wyrównanie przybliżone sieci ciągów poligonowych	292
6.4.1. Wprowadzenie	292
6.4.2. Obliczanie i wyrównanie niezależnej sieci trzech ciągów poligonowych	292
6.4.3. Obliczanie i wyrównanie sieci nawiązanej wielopunktowo do osnowy wyższego rzędu	295
6.4.4. Wyrównanie rozbudowanych sieci ciągów poligonowych	295
6.4.5. Wyrównanie sieci ciągów poligonowych metodą kolejnych przybliżeń	297
6.5. Ścisłe wyrównanie sieci poziomej	298
6.6. Określenie dokładności położenia punktów w prostoliniowym ciągu poligonowym, wyrównanym w sposób ścisły	300
6.7. Określenie dokładności położenia ostatniego punktu prostoliniowego ciągu poligonowego otwartego (nawiązanego jednostronnie)	302
6.8. Obliczanie azymutu i długości odcinka łączącego dwa punkty o znanych współrzędnych	302
6.9. Obliczanie kąta między prostymi utworzonymi przez punkty o znanych współrzędnych	303
6.10. Obliczanie współrzędnych punktu leżącego na danej prostej	304
6.11. Obliczanie współrzędnych punktu leżącego na prostej prostopadłej do danej prostej, zmierzonego metodą domiarów prostokątnych	305
6.12. Obliczanie wielkości elementów rzutowania punktu o znanych współrzędnych na prostą	307
6.13. Obliczanie współrzędnych punktów zmierzonych metodą biegunową	308
6.14. Obliczanie współrzędnych punktów przecięcia się prostych	309
6.15. Obliczanie współrzędnych punktu na podstawie kąтового wcięcia w przód	311
6.16. Obliczanie współrzędnych punktu na podstawie liniowego wcięcia w przód	312
6.17. Obliczanie współrzędnych punktu na podstawie wcięcia wstecz	313
6.18. Obliczanie współrzędnych stanowiska swobodnego	314
6.19. Transformacja współrzędnych prostokątnych	315
6.19.1. Wprowadzenie	315
6.19.2. Transformacja Helmerta	316
6.19.3. Transformacja afiniczna	320
6.19.4. Transformacja przy wykorzystywaniu programów komputerowych	321
6.19.5. Przeliczanie współrzędnych punktów między układami państwowymi (przy zastosowaniu programu WinKalk)	322
6.20. Obliczanie powierzchni	323

6.20.1. Wprowadzenie	323
6.20.2. Metoda analityczna	324
6.20.3. Metoda graficzna	327
6.20.4. Metoda graficzno-analityczna	328
6.20.5. Metoda mechaniczna	329
6.21. Obliczanie i wyrównywanie pojedynczych ciągów niwelacyjnych	333
6.21.1. Wprowadzenie	333
6.21.2. Obliczanie i wyrównywanie ciągu niwelacyjnego dwustronnie nawiązanego	333
6.21.3. Obliczanie wysokości punktów i wyrównywanie ciągu przy niwelacji trasy	336
6.21.4. Wyrównywanie ciągu niwelacyjnego zamkniętego	336
6.21.5. Wyrównywanie ciągu niwelacyjnego jednostronnie nawiązanego	338
6.22. Wyrównywanie sieci ciągów niwelacyjnych	339
6.22.1. Wprowadzenie	339
6.22.2. Wyrównywanie sieci ciągów niwelacyjnych z jednym punktem węzłowym	339
6.22.3. Wyrównywanie sieci ciągów niwelacyjnych z punktem głównym i kilkoma punktami węzłowymi	341
6.23. Określenie dokładności wysokości punktów w ciągach niwelacyjnych i dokładności różnic wysokości punktów	342
6.24. Obliczanie wysokości i współrzędnych punktów terenowych (pikiet) uzyskanych z pomiaru — niwelacji punktów rozproszonych i tachimetrii	343
7. SPORZĄDZANIE MAP WIELKOSKALOWYCH	347
7.1. Rodzaje map	347
7.1.1. Wprowadzenie i definicje	347
7.1.2. Klasyfikacja map	348
7.2. Skale map i podziały kartograficzne	350
7.3. Mapa graficzna — tradycyjne sposoby sporządzania map wielkoskalowych	351
7.3.1. Wprowadzenie	351
7.3.2. Nanoszenie siatki kwadratów i punktów osnowy	352
7.3.3. Nanoszenie punktów szczegółowych	354
7.3.4. Zmniejszanie i powiększanie map graficznych — pantograf	355
7.3.5. Sporządzanie map sytuacyjno-wysokościowych	356
7.4. Użytkowanie map warstwicowych	361
7.4.1. Określanie wysokości punktu położonego między warstwicami	361
7.4.2. Określanie spadku terenu na odcinku zawartym między warstwicami	361
7.4.3. Wyznaczanie na mapie linii o określonym spadku	362
7.4.4. Wykreślanie przekroju podłużnego terenu	363
7.4.5. Wyznaczanie na mapie granic wododziałów	364
7.5. Komputerowe sposoby sporządzania map — mapy numeryczne	364
7.5.1. Ogólne zasady tworzenia map numerycznych	364
7.5.2. Zamiana graficznej formy mapy na numeryczną przez digitalizację lub skanowanie	367
7.5.3. Numeryczny model terenu	370
7.5.4. Tworzenie map w ramach programu C-GEO	374
7.5.5. Tworzenie map w ramach programu MikroMap	380
7.6. Mapy topograficzne	387
7.7. Mapa zasadnicza	391
7.8. Międzynarodowa mapa świata	397
7.9. Mapy dla inżynierii środowiska	398

7.10.	Mapy do celów prawnych i inwestycyjno-budowlanych	399
7.10.1.	Wprowadzenie	399
7.10.2.	Mapa do celów prawnych	399
7.10.3.	Mapa do celów projektowych	405
8.	POMIARY REALIZACYJNE	407
8.1.	Tyczenie tras	407
8.1.1.	Wprowadzenie	407
8.1.2.	Tyczenie prostych odcinków trasy	408
8.1.3.	Wyznaczanie punktu załamania trasy jako punktu przecięcia się dwóch prostych	413
8.1.4.	Tyczenie tras składających się z odcinków prostych i łuków kołowych	414
8.1.5.	Tyczenie łuków kołowych	415
8.1.6.	Wyznaczanie punktów hektometrych na łuku	421
8.1.7.	Tyczenie punktów pośrednich łuku metodami uproszczonymi	423
8.1.8.	Łuki koszarowe	426
8.1.9.	Krzywa przejściowa — klotoida	427
8.1.10.	Tyczenie tras — odcinków prostych, krzywych przejściowych i łuków kołowych — przy przygotowaniu danych w programach komputerowych	429
8.2.	Osnowy do pomiarów realizacyjnych	431
8.3.	Geodezyjne opracowanie projektu	432
8.4.	Tyczenie w terenie elementów sytuacyjnych projektu	433
8.4.1.	Metody tyczenia	433
8.4.2.	Tyczenie urządzeń wodnomelioracyjnych	435
8.4.3.	Tyczenie obiektów budowlanych	437
8.5.	Tyczenie w terenie elementów wysokościowych projektu	438
8.5.1.	Wprowadzenie	438
8.5.2.	Wyznaczanie punktu o danej wysokości	438
8.5.3.	Wyznaczanie wysokości punktów w wykopie lub na wyższej kondygnacji	439
8.5.4.	Wyznaczanie linii poziomej o danej wysokości	439
8.5.5.	Wyznaczanie linii o danym spadku	440
8.5.6.	Tyczenie punktów pośrednich na prostej o jednakowym spadku	441
8.5.7.	Wytyczanie płaszczyzny poziomej o danej wysokości	441
8.5.8.	Wytyczanie płaszczyzny o danym spadku	442
9.	GEODEZYJNE SYSTEMY INFORMACJI PRZESTRZENNEJ	443
9.1.	Wiadomości ogólne	443
9.2.	GEO-INFO — geodezyjny system informacji przestrzennej	444
9.2.1.	Wprowadzenie	444
9.2.2.	Opis działania systemu	447
9.2.3.	Uzyskiwanie informacji	457
9.2.4.	Analiza i przetwarzanie danych	458
9.3.	GEO-MAP — system informacji o terenie	462
9.3.1.	Wprowadzenie	462
9.3.2.	Uruchomienie systemu i ogólny opis pracy	464
9.3.3.	Klasyfikacja obiektów — oznaczenie obiektów kodami GEO-MAPu	466
9.3.4.	Wykonywanie obliczeń przy wykorzystaniu modułu <i>Geo-plus</i>	467
9.3.5.	Sporządzanie mapy i opisowej bazy danych	467
9.3.6.	Operacje na warstwach informacyjnych	470
9.3.7.	Opracowania wysokościowe — numeryczny model terenu	471

9.3.8. Przetwarzanie, kalibracja i wektoryzacja rastrów	474
9.3.9. Przykłady analiz na podstawie danych opisowych i przestrzennych	475
9.4. C-GEO w zastosowaniu do tworzenia systemu informacji przestrzennej	480
Literatura	487
Indeks	490