

SPIS TREŚCI

OD AUTORA	9
1. WYBRANE ZAGADNIENIA Z OPTYKI INSTRUMENTALNEJ	11
1.1. Wiadomości podstawowe	11
1.2. Prawa optyki geometrycznej	11
1.3. Podstawowe elementy optyczne przyrządu geodezyjnego	18
1.3.1. Zwierciadła płaskie	18
1.3.2. Płytką płaskorównoległą	20
1.3.3. Pryzmaty załamujące i odbijające	22
1.3.4. Soczewki	42
1.4. Przyrządy optyczne instrumentów geodezyjnych	60
1.4.1. Lupa	60
1.4.2. Mikroskop	66
1.4.3. Luneta	70
2. LIBELLA I EGZAMINATOR LIBELL	81
2.1. Klasyfikacja libelli i ich budowa	81
2.2. Egzaminator libelli	90
2.2.1. Budowa egzaminatora libelli	90
2.2.2. Wyznaczanie przewagi libelli na egzaminatorze	93
2.2.3. Określanie błędu średniego koincydencji pęcherzyka libelli	96
3. NIWELATOR TECHNICZNY (LIBELLOWY I AUTOMATYCZNY)	98
3.1. Budowa mechaniczno-optyczna niwelatora technicznego libellowego	98
3.1.1. Niwelator techniczny z lunetą stałą	98
3.1.2. Niwelator techniczny ze śrubą elewacyjną	100
3.1.3. Niwelator techniczny ze śrubą elewacyjną i lunetą obracaną wokół osi geometrycznej lunety	103
3.2. Budowa mechaniczno-optyczna niwelatora technicznego automatycznego	104
3.3. Łaty do niwelacji technicznej	114
3.4. Sprawdzanie i rektyfikacja niwelatorów technicznych libellowych i automatycznych. Metody polowe i laboratoryjne	115
3.4.1. Kolimator geodezyjny	116
3.4.2. Sprawdzanie i rektyfikacja niwelatorów technicznych libellowych z lunetą stałą	117
3.4.3. Sprawdzanie i rektyfikacja niwelatorów technicznych ze śrubą elewacyjną	125
3.4.4. Sprawdzanie i rektyfikacja niwelatorów technicznych automatycznych	129
3.5. Niwelacja geometryczna	132
3.5.1. Niwelacja geometryczna „w przód” i „ze środka”	132
3.5.2. Wpływ kulistości Ziemi na rezultaty wyznaczeń wysokościowych wykonywanych metodą niwelacji „w przód”	133
3.5.3. Wpływ refrakcji na rezultaty wyznaczeń wysokościowych wykonywanych metodą niwelacji „w przód” i „ze środka”	136
3.5.4. Wpływ kulistości Ziemi i refrakcji na wyniki niwelacji wykonywanej metodą niwelacji „w przód” i „ze środka”	137
3.5.5. Wpływ refrakcji różnicowej na wyniki niwelacji wykonywanej metodą niwelacji „ze środka”	139
3.6. Wyznaczanie różnicy wysokości między punktami, odległości poziomej do łąty i kierunku	141
3.6.1. Wyznaczanie różnicy wysokości między punktami	141
3.6.2. Wyznaczanie odległości poziomej do łąty i kierunku z koła poziomego niwelatora	143
3.6.3. Sprawdzanie stałych k i c dalmierza kreskowego	144

4. NIWELATOR PRECYZYJNY (LIBELLOWY I AUTOMATYCZNY)	148
4.1. Wprowadzenie	148
4.2. Niwelator precyzyjny libellowy	148
4.2.1. Niwelator Ni 004 – Zeiss	148
4.3. Niwelator precyzyjny automatyczny	150
4.3.1. Niwelator NI 007 – Zeiss	150
4.3.2. Niwelator Ni 2 – Opton	150
4.3.3. Niwelator NI 002A – Zeiss	151
4.4. Mikrometr optyczny z płytką płaskorównoległą niwelatora precyzyjnego	152
4.5. Łaty do niwelacji precyzyjnej	159
4.6. Wyznaczanie różnicy wysokości między punktami	160
4.7. Sprawdzanie i rektyfikacja niwelatorów z mikrometrem optycznym	162
4.8. Badanie lat do niwelacji precyzyjnej	163
4.9. Badanie stałości osi celowej niwelatora precyzyjnego w płaszczyźnie pionowej	164
4.10. Badanie mikrometru optycznego niwelatora precyzyjnego	165
5. TEODOLIT Z JEDNOMIEJSCOWYM SYSTEMEM ODCZYTOWYM, Z MIKROSKOPEM SZACUNKOWYM LUB SKALOWYM	168
5.1. Wprowadzenie	168
5.2. Budowa mechaniczno-optyczna teodolitu	169
5.2.1. Teodolit z jednomiejscowym systemem odczytowym z mikroskopem szacunkowym lub skalowym	169
5.2.2. Układy osiowe teodolitu	171
5.2.3. Systemy orientacji koła poziomego teodolitu. Śruby reiteracyjne i mechanizmy repetycji	173
5.2.4. Pozioma oś obrotu lunety	175
5.2.5. Schemat optyczny teodolitu z mikroskopem skalowym. Błędy systemu odczytowego koła poziomego i pionowego	176
5.3. Pomiary kątów poziomych i pionowych	178
5.3.1. Pomiary kątów poziomych	178
5.3.2. Pomiary kątów pionowych	181
5.4. Sprawdzanie i rektyfikacja teodolitu z jednomiejscowym systemem odczytowym, z mikroskopem szacunkowym lub skalowym. Metody polowe i laboratoryjne	183
6. PIONY I PIONOWNIKI OPTYCZNE	205
6.1. Wprowadzenie	205
6.2. Budowa mechaniczno-optyczna pionów i pionowników optycznych	205
6.3. Sprawdzanie i rektyfikacja pionów i pionowników optycznych	208
6.3.1. Sprawdzanie i rektyfikacja pionu optycznego wbudowanego w alidadę teodolitu	208
6.3.2. Sprawdzanie i rektyfikacja pionu optycznego (nieobracanego) wbudowanego w spodarkę teodolitu	209
6.3.3. Sprawdzanie i rektyfikacja pionu optycznego niezależnego (obracanego) o celowej jednokierunkowej (nadirowej)	211
6.3.4. Sprawdzanie i rektyfikacja pionu optycznego niezależnego (obracanego) o celowej dwukierunkowej	211
6.3.5. Sprawdzanie i rektyfikacja pionownika optycznego	211
6.4. Centrowanie teodolitu nad punktem geodezyjnym	212
6.4.1. Centrowanie teodolitu ustawionego na statywie o nieregulowanej długości nóg za pomocą pionu optycznego	212
6.4.2. Centrowanie teodolitu ustawionego na statywie o regulowanej długości nóg za pomocą pionu optycznego	213
7. TEODOLIT Z MIKROMETREM OPTYCZNYM (Z JEDNOMIEJSCOWYM LUB DWUMIEJSCOWYM SYSTEMEM ODCZYTOWYM)	214
7.1. Budowa mechaniczno-optyczna teodolitu	214

7.2.	Schemat optyczny teodolitu z mikrometrem optycznym. Błędy systemu odczytowego koła poziomego i pionowego	224
7.3.	Pomiary kątów poziomych i pionowych	227
7.4.	Sprawdzanie i rektyfikacja teodolitu z mikrometrem optycznym (z jednomiejscowym lub dwumiejscowym systemem odczytowym)	228
7.4.1.	Sprawdzanie i rektyfikacja libell alidadowych teodolitu	228
7.4.2.	Sprawdzenie i usuwanie błędu ustawienia krzyża kresek	228
7.4.3.	Wykrywanie porywania limbuse	228
7.4.4.	Wyznaczanie i usuwanie błędu kolimacji	229
7.4.5.	Wyznaczanie i usuwanie błędu inklinacji	229
7.4.6.	Sprawdzanie działania kompensatora automatycznego koła pionowego teodolitu	230
7.4.7.	Wyznaczanie i usuwanie błędu indeksu koła pionowego teodolitu	230
8.	DOŚWIADCZALNE WYZNACZANIE DOKŁADNOŚCI TEODOLITU Z MIKROMETREM OPTYCZNYM	231
8.1.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego kierunku i jego składowych	231
8.1.1.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego kierunku m_k	231
8.1.2.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego odczytu m_o	232
8.1.3.	Obliczanie błędu średniego celowania m_c	233
8.2.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego kąta pionowego i jego składowych	234
8.2.1.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego kąta pionowego $m_{k'}$	234
8.2.2.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego czynności obarczonej wpływem poziomowania libelli kolimacyjnej (lub błędem kompensatora automatycznego) i odczytywania koła pionowego m_{lo}	235
8.2.3.	Doświadczalne wyznaczanie błędu średniego odczytu m_o	236
8.2.4.	Obliczanie błędu średniego celowania m_c , błędu średniego poziomowania libelli kolimacyjnej lub błędu średniego kompensatora automatycznego m_l	237
9.	WYKRYWANIE MIMOŚRODU KOŁA POZIOMEGO I PIONOWEGO W TEODOLITACH Z JEDNOMIEJSCOWYM I DWUMIEJSCOWYM SYSTEMEM ODCZYTOWYM	238
9.1.	Wprowadzenie	238
9.2.	Wykrywanie mimośrodu koła poziomego w teodolicie z jednomiejscowym systemem odczytowym	239
9.3.	Wykrywanie mimośrodu koła poziomego w teodolicie z dwumiejscowym systemem odczytowym	240
9.4.	Wykrywanie mimośrodu koła pionowego w teodolitach z jednomiejscowym i dwumiejscowym systemem odczytowym	242
10.	BADANIE STAŁOŚCI OSI CELOWEJ TEODOLITU	243
11.	WYBRANE ZAGADNIENIA Z ELEKTRONIKI	245
11.1.	Wiadomości wstępne	245
11.2.	Wybrane bierne elementy elektroniczne i ich charakterystyka	245
11.2.1.	Rezystor	245
11.2.2.	Kondensator	248
11.2.3.	Cewka	252
11.3.	Wiadomości wstępne o półprzewodnikach	253
11.3.1.	Diody półprzewodnikowe	256
11.3.2.	Tranzystory	262
11.3.3.	Układy scalone	270
11.4.	Systemy liczbowe i kody	274
11.4.1.	System dziesiętny	274
11.4.2.	System dwójkowy	274
11.4.3.	System ósemkowy	275
11.4.4.	System szesnastkowy	276
11.4.5.	System dwójkowo-dziesiętny (BCD)	276

11.4.6. Kodowanie binarne	277
11.4.7. Kod Graya	277
11.4.8. Kod ASCII	278
11.5. Funkcje logiczne	279
12. ELEKTRONICZNE POMIARY ODLEGŁOŚCI	283
12.1. Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych w powietrzu	284
12.2. Dokładność pomiaru odległości metodą elektroniczną	295
12.3. Fazowe dalmierze elektrooptyczne	296
12.3.1. Metoda fazowa pomiaru odległości	296
12.3.2. Wybrane sposoby wyznaczania liczby N	299
12.3.3. Poprawka dodawania dalmierza elektrooptycznego	303
12.3.4. Dokładność wyznaczenia odległości dalmierzem fazowym	304
12.3.5. Schemat blokowy fazowego dalmierza elektrooptycznego	306
12.3.6. Reflektor zwrotny dalmierza elektrooptycznego	308
12.3.7. Podstawowe elementy i zespoły fazowego dalmierza elektrooptycznego	309
12.4. Impulsowe dalmierze elektrooptyczne	316
12.4.1. Metoda impulsowa pomiaru odległości	316
12.4.2. Cyfrowy pomiar czasu	317
12.4.3. Schemat blokowy impulsowego dalmierza elektrooptycznego	319
12.5. Fazowe dalmierze mikrofalowe	321
13. KOMPARACJA DALMIERZY ELEKTRONICZNYCH	323
13.1. Sprawdzanie częstotliwości wzorcowej fazowych dalmierzy elektronicznych	323
13.2. Wyznaczanie poprawki cyklicznej fazomierza	324
13.3. Niezależne wyznaczanie poprawki dodawania (stałej k)	327
13.4. Jednoczesne wyznaczanie poprawki cyklicznej fazomierza i poprawki dodawania	331
13.5. Sprawdzanie i rektyfikacja warunków geometrycznych tachymetru elektronicznego	332
14. ELEKTRONICZNE SYSTEMY POMIARU KĄTÓW	335
14.1. System kodowy pomiaru kątów	335
14.2. System impulsowy pomiaru kątów	339
14.3. System dynamiczny pomiaru kątów	343
14.4. Elektroniczna kompensacja wpływu odchylenia osi pionowej instrumentu na rezultaty wyznaczeń kątowych na kole poziomym i pionowym	347
14.4.1. Elektroniczny jednokierunkowy kompensator automatyczny	348
15. LASERY	350
15.1. Wprowadzenie	350
15.2. Absorpcja i emisja promieniowania	351
15.3. Inwersja obsadzeń poziomów energetycznych oraz czas życia atomów w stanie wzbudzonym	353
15.4. Pompowanie optyczne	355
15.5. Generacja światła laserowego	356
15.6. Rezonatory optyczne	358
15.7. Mody podłużne i mody poprzeczne	359
15.8. Wybrane typy laserów	362
15.8.1. Laser z ciałem stałym – laser rubinowy	362
15.8.2. Laser gazowy atomowy – laser helowo-neonowy	364
15.8.3. Lasery półprzewodnikowe	367
15.9. Cechy światła laserowego	372
15.10. Propagacja promieniowania laserowego	377
16. AUTOMATYZACJA NIWELACYJNYCH SYSTEMÓW POMIAROWYCH	381
16.1. Prosta odniesienia w laserowej technice pomiarowej	381
16.2. Wybrane sposoby określania położenia osi wiązki laserowej lub horyzontu laserowego	382
16.3. System elektronicznego wyznaczania horyzontu instrumentalnego niwelatora cyfrowego z wykorzystaniem łąty niwelacyjnej z kodem paskowym	398

17. APARATURA DO WYKRYWANIA PODZIEMNEGO UZBROJENIA TERENU	403
17.1. Wyznaczanie trasy podziemnych ciągów rurowych i kablowych metodą indukcyjną i galwaniczną	403
17.2. Wyznaczanie głębokości położenia oraz średnicy ciągów rurowych i kablowych	406
18. ŚCIENNE ZNAKI GEODEZYJNE	408
18.1. Wiadomości wstępne	408
18.2. Odtwarzalne punkty geodezyjne – definicje	408
18.3. Ścienny znak geodezyjny	410
18.4. Ogólne zasady eksploatacji odtwarzalnych osnów geodezyjnych	413
18.5. Sprawdzanie ściennych znaków geodezyjnych	417
19. POCHYŁOMIERZE MECHANICZNE I ELEKTRONICZNE	420
19.1. Pochyłomierze mechaniczne	420
19.2. Pochyłomierze elektroniczne	424
19.3. Dynamiczny system pomiaru małych kątów pochylenia	426
LITERATURA	429
ANEKS	433
Załącznik 1	433
Załącznik 2	444
Załącznik 3	449
Załącznik 4	451
Załącznik 5	455