INSTYTUT GEOGRAFICZNY
Uniwersytetu im. A. Mickiewicza
w Poznaniu
Sygn. IV 118/1
Cz

Biblioteka Wydziałowa Geografii
GA036107

MINISTERSTWO SPRAW WOJSKOWYCH

Art O 3
1931

INSTRUKCJA TOPOGRAFICZNA ARTYLERJI

CZĘŚĆ I

WARSZAWA 1931
WOJSKOWY INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

MINISTERSTWO SPRAW WOJSKOWYCH

Art. O 3
1931

INSTRUKCJA TOPOGRAFICZNA ARTYLERJI

CZĘŚĆ I

WARSZAWA 1931
WOJSKOWY INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

INSTYTUT GEOGRAFICZNY
Uniwersytetu Poznańskiego
~~6422 I~~ 27.1.49. I.B.
~~Mt 186~~ ~~1736~~
IV 118 Cz
Cz. 1.

Zakłady Graficzne A. Szlachowicz i S-ka. Warszawa, Leszno 70, telefon 321-71

OMYŁKI DRUKU.

Str.	*Wiersz*	*Jest*	*Powinno być*
9	pkt. 28	widokręgu	widnokręgu
16	25 od góry	λ	λ,
16	„	*A*,	*A*
26	pkt. 64	wiclościennego	wielościennego
28	4 od dołu i rys. 38	285 km	284 km
31	8 i 10 od góry	0,75	0,74
38	13 od góry	podstawę	podstawy
50	pkt. 94	uachyleniomierza	nachyleniomierza
58	num. str.	8ϛ	58
72	23 od góry	waskie	wąskie
75	16 „ „	wyprowadaić	wyprowadzić
89	2 od dołu	1931	1930
90	6 „ „	)	[1])
98	8 „ „	$\left(\frac{y/_{1000}}{10}\right)^2$	$\frac{(y/_{1000})^2}{10}$
99	10 od dołu	X_C, Y_C	X_B, Y_B
99	25 od góry	G_{AC}	G_{AB}
99	28 „ „	„	„
99	30 „ „	T_{AC}	T_{AB}
103	1 „ „	o współ-	o znanych współ-
104	18 od dołu	wypadkach	wypadkach, np.
110	1 „ „	innego punktu linji,	danego punktu lub linji.
110	7 „ „	przekładaniu	przykładaniu
110	15 od góry	na	ma
112	9 od dołu	triangulacji	triangulacyj
117	9 do góry	165a	164*a*
122	górna tabelka	*H* 339,4079	*H*. 339,4079
130	9 od góry	terenie	w terenie
140	kolumna „Format arkuszy“ Mapa 1:50 000	3 ×40 cm	32×40 cm
157	9 od góry	[+],	[—],
161	20 od dołu	wysokosć	wysokość
163	10 „ „	kość	kości

Załączniki zostaną wydane wraz z załącznikami do części II i III.

SPIS RZECZY.

CZĘŚĆ I.

WIADOMOŚCI OGÓLNE.

DZIAŁ PIERWSZY.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

ROZDZIAŁ A.

POSTANOWIENIA OGÓLNE.

1. Zadanie i istota topografji w artylerji. *Str.*

pkt. 1. Topografja i strzelanie 3
„ 2. Dane topograficzne ognia 3
„ 3. Prace topograficzne i sposoby 3
„ 4. Topograficzne przygotowanie ognia 3
„ 5. Ogólne przygotowanie topograficzne strzelania . 4
„ 6. Dokładne przygotowanie topograficzne . . 4
„ 7. Pobieżne przygotowanie topograficzne . . 4

2. Znaczenie i korzyści przygotowania ognia.

pkt. 8. Korzyści przygotowania ognia 4
„ 9. Możność skutecznego działania w razie braku obserwacji 4
„ 10. Ułatwienie wstrzeliwania i technicznego przenoszenia ognia 5
„ 11 Ułatwienie obserwacji 5
„ 12. Skrócenie wstrzeliwania i zyskanie na czasie . 5
„ 13. Zwiększenie wydajności organów obserwacji . 5
„ 14. Zwiększenie możności taktycznego wyzyskania ognia 5
„ 15. Możliwość zaskoczenia nieprzyjaciela . . . 6
„ 16. Zmniejszenie możności wykrywania stanowisk baterji przez nieprzyjacielskie oddziały pomiarowe . 6
„ 17. Oszczędne wykorzystywanie sprzętu artylerji i amunicji 6
„ 18 Uniknięcie przykrych wypadków strzelania do własnego wojska 6

3. Główne wytyczne do prac topograficznych.

Str.

pkt. 19. Prace podstawowe 6
„ 20. Stosowanie prac topograficznych w różnych rodzajach artylerji 6
„ 21. Zasady wykonywania prac topograficznych . . 7
„ 22. Stosowanie prac topograficznych w walkach ruchowych 8
„ 23. Szkolenie 8
„ 24. Obowiązki dowódców 8

ROZDZIAŁ B.

JEDNOSTKI MIARY KĄTÓW.

pkt. 25. Kąt prosty. Ćwiartka 8
„ 26. Kąt półpełny 9
„ 27. Kąt pełny 9
„ 28. Obwód widnokręgu 9
„ 29. Poszczególne jednostki miary kątów . . . 9
„ 30. Tysięczna 9
„ 31. Gradus 10
„ 32. Stopień 10
„ 33. Stosunek między wartościami poszczególnych jednostek miary kątów 11

ROZDZIAŁ C.

ZASADNICZE FUNKCJE TRYGONOMETRYCZNE KATÓW.

pkt. 34. Określenie funkcyj trygonometrycznych . . 11
„ 35. Związek między funkcjami trygonometrycznemi kątów, których suma lub różnica wynosi $\frac{\pi}{2}$, π lub 2π 12
„ 36. Tabele wartości funkcyj trygonometrycznych . 13

DZIAŁ DRUGI.

PODSTAWOWE WIADOMOŚCI Z GEODEZJI I KARTOGRAFJI.

ROZDZIAŁ A.

OKREŚLANIE POŁOŻENIA PUNKTÓW NA POWIERZCHNIE ZIEMI.

1. Bryła ziemska. Określenia ogólne.

pkt. 37. Powierzchnia topograficzna ziemi . . . 14
„ 38. Powierzchnia poziomowa 14
„ 39. Powierzchnia matematyczna ziemi . . . 15
„ 40 Geoida i elipsoida 15

2. Współrzędne geograficzne i wyniosłość.

Str.

pkt. 41. Bieguny 15
„ 42. Południk i płaszczyzna południka . . . 15
„ 43. Równoleżnik i równik 16
„ 44. Szerokość geograficzna 16
„ 45. Długość geograficzna 16
„ 46. Pierwsze południki 16
„ 47. Współrzędne geograficzne 17
„ 48. Północ geograficzna 17
„ 49. Siatka geograficzna 17
„ 50. Wyniosłość punktu 17
„ 51. Określanie położenia punktów na powierzchni topograficznej 17
„ 52. Wartości łuków południka i równoleżnika . . 18

ROZDZIAŁ B.

ODWZOROWYWANIE POWIERZCHNI ZIEMI NA PŁASZCZYŹNIE.

1. Odwzorowania kartograficzne.

pkt. 53. Pokrycie terenu i ukształtowanie terenu . . 19
„ 54. Mapa 19
„ 55. Odwzorowania kartograficzne 19
„ 56. Skala odwzorowania. Skala mapy 19
„ 57. Skala główna. Skala miejscowa 19
„ 58. Odwzorowywanie dużych obszarów. Zniekształcenia 20
„ 59. Odwzorowywanie niedużych obszarów. Plan . 21
„ 60. Odwzorowywanie siatki geograficznej 21
„ 61. Odwzorowania kartograficzne do map wojskowych . 22

2. Odwzorowanie wielościenne.

pkt. 62. Zasada odwzorowania wielościennego . . . 23
„ 63. Zniekształcenia 26
„ 64. Zalety i niegodności odwzorowania wielościennego 26

3. Odwzorowanie Roussilhe'a.

pkt. 65. Zasada odwzorowania Roussilhe'a . . . 26
„ 66. Obraz południków i równoleżników . . . 28
„ 67. Zbieżność południków 29
„ 68. Zniekształcenia 30

ROZDZIAŁ C.

OKREŚLANIE POŁOŻENIA PUNKTÓW NA PŁASZCZYŹNIE.

1. Współrzędne prostokątne.

pkt. 69. Podstawa do określania punktów na płaszczyźnie . 31
„ 70. Odcięta i rzędna punktu 31
„ 71. Współrzędne prostokątne 31

Str.

pkt. 72. Początek układu współrzędnych i osie współrzędnych 32
„ 73. Określanie położenia punktów w ćwiartkach . 32
„ 74. Usunięcie znaków współrzędnych . . . 33

2. Siatki kilometrowe.

pkt. 75. Siatka kilometrowa 34
„ 76. Południk główny i równoleżnik główny układu współrzędnych 34
„ 77. Jednolity układ współrzędnych i jednolita siatka kilometrowa Roussilhe'a 35
„ 78. Wykreślanie siatki kilometrowej na mapie . 36
„ 79. Północ topograficzna 40
„ 80. Zbieżność południków 40
„ 81. Obliczanie zbieżności południków . . . 40

3. Współrzędne biegunowe.

pkt. 82. Określanie współrzędnych biegunowych . . 41

DZIAŁ TRZECI.

PODSTAWOWE WIADOMOŚCI Z MIERNICTWA I TOPOGRAFJI.

ROZDZIAŁ A.

KĄTY I PRZYRZĄDY DO MIERZENIA KĄTÓW.

1. Kąty poziome. Przyrządy kątomiercze i kątokreślne (stolikowe).

pkt. 83. Kąt poziomy. Uchylenie kierunku. Rozwarcie . 43
„ 84. Przyrządy kątomiercze. Kątomierze . . . 44
„ 85. Zasada pomiaru kąta poziomego . . . 46
„ 86. Przyrządy kątokreślne 47
„ 87. Wytykanie ramion kąta 47
„ 88. Przenośniki 48

2. Kąty pionowe. Nachyleniomierze.

pkt. 89. Kąt pionowy. Uchylenie wzwyż 48
„ 90. Nachylenie 49
„ 91. Kąt położenia 49
„ 92. Spad terenu 49
„ 93. Nachyleniomierze 49
„ 94. Poprawka poziomowa nachyleniomierza . . 50
„ 95. Spadomierze 51

ROZDZIAŁ B.

POMIARY ODLEGŁOŚCI.

1. Wytyczanie linij prostych w terenie. Str.

pkt. 96. Zasada wytyczania 51
„ 97. Wytyczanie linji prostej 52

2. Określenia ogólne.

pkt. 98. Wpływ kulistości ziemi i wyniosłości na pomiary odległości 53
„ 99. Odległość nachylona i odległość pozioma (topograficzna) 53
„ 100. Sprowadzanie odległości do poziomu . . 54
„ 101. Sposoby mierzenia odległości w terenie . . 54

3. Mierzenie odległości krokami.

pkt. 102. Wymierzanie kroku 55
„ 103. Mierzenie odległości krokami 55
„ 104. Sprowadzanie do poziomu 56
„ 105. Dokładność 56
„ 106. Przydatność 56

4. Mierzenie odległości taśmą lub linką mierniczą.

pkt. 107. Taśmy miernicze 56
„ 108. Linki stalowe 57
„ 109 Mierzenie odległości taśmą lub linką mierniczą . 57
„ 110. Sprowadzanie do poziomu 58
„ 111. Dokładność 58
„ 112. Przydatność 59

5. Mierzenie odległości łatami.

pkt. 113. Łaty miernicze 59
„ 114. Mierzenie odległości łatami 59
„ 115. Sprowadzanie do poziomu 59
„ 116. Dokładność 59
„ 117. Przydatność 60

6. Mierzenie odległości dalmierzem.

pkt. 118. Zasada dalmierza 60
„ 119. Dalmierz dwuobrazowy 61
„ 120. Dalmierz stereoskopowy 62
„ 121 Sprowadzanie do poziomu 63
„ 122. Dokładność 63
„ 123. Przydatność 63

7. Mierzenie odległości odległościomierzem.

pkt. 124. Zasada odległościomierza 64
„ 125. Odległościomierz o kącie stałym 64

Str.

pkt. 126. Sprowadzanie do poziomu 68
„ 127. Dokładność 68
„ 128. Przydatność 69
„ 129. Odległościomierz o kącie zmiennym . . . 70
„ 130. Sprowadzanie do poziomu 71
„ 131. Dokładność 71
„ 132. Przydatność 72

8. Określanie odległości sposobem podstawy prostopadłej.

pkt. 133. Zasada 72
„ 134. Wykonywanie 72
„ 135. Sprowadzanie do poziomu 73
„ 136. Dokładność 73
„ 137. Przydatność 73

9. Określanie odległości sposobem podstawy bocznej.

pkt. 138. Zasada 75
„ 139. Wykonywanie 75
„ 140. Sprowadzanie do poziomu 75
„ 141. Dokładność 76
„ 142. Przydatność 76

10. Sprowadzanie odległości do poziomu.

pkt. 143. Sposoby sprowadzania odległości do poziomu . 76

ROZDZIAŁ C.

POMIARY WYSOKOŚCI. OKREŚLANIE WYNIOSŁOŚCI. NIWELACJA.

1. Określenia ogólne.

pkt. 144. Przedmiot pomiarów wysokości . . . 78
„ 145. Różnica wyniosłości i wysokość położenia puuktów 78
„ 146. Wpływ krzywizny powierzchni ziemi i załamywania się promieni świetlnych na pomiary wysokości 78
„ 147. Rodzaje pomiarów wysokości 81

2. Trygonometryczny pomiar wysokości.

pkt. 148. Zasada trygonometrycznego pomiaru wysokości . 82
„ 149. Obliczanie wyniosłości 83
„ 150. Dokładność 84
„ 151. Przydatność 84

3. Geometryczny pomiar wysokości.

pkt. 152. Zasada geometrycznego pomiaru wysokości. . 84
„ 153. Dokładność 85
„ 154. Przydatność 85

4. Niwelacja. Str.

pkt. 155. Zasada niwelacji 86
„ 156. Niwelacja geodezyjna 86
„ 157. Niwelacja ścisła. Niwelacja topograficzna . . 86
„ 158. Punkty niwelacyjne. Sieć niwelacyjna . . 86
„ 159. Dokładność niwelacji 87

ROZDZIAŁ D.

ZBOCZENIE MAGNETYCZNE. UCHYLENIE MAGNETYCZNE. PRZYRZĄDY MAGNETYCZNE.

1. Zboczenie magnetyczne.

pkt. 160. Północ magnetyczna i południki magnetyczne . 87
„ 161. Zboczenie magnetyczne 88
„ 162. Zmiany zboczenia magnetycznego . . . 88
„ 163. Obliczanie wartości zboczenia magnetycznego . 91

2. Uchylenie magnetyczne.

pkt. 164. Uchylenie magnetyczne 92
„ 165. Zmiany uchylenia magnetycznego . . . 92
„ 166. Obliczanie wartości zboczenia magnetycznego . 92

3. Przyrządy magnetyczne.

pkt. 167. Busola i południca 94

ROZDZIAŁ E.

OKREŚLENIE POŁOŻENIA KIERUNKU.

pkt. 168. Położenie kierunku 94
„ 169. Azymut magnetyczny 94
„ 170. Azymut geograficzny 95
„ 171. Azymut topograficzny 95
„ 172. Związek między azymutem geograficznym i azymutem topograficznym 96

ROZDZIAŁ F.

TRYGONOMETRYCZNE OBLICZANIE AZYMUTÓW I ODLEGŁOŚCI.

1. Obliczanie azymutów.

pkt. 173. Trygonometryczne obliczanie azymutu topograficznego 96
„ 174. Trygonometryczne obliczanie azymutu geograficznego 98

2. Obliczanie odległości.

pkt. 175. Obliczanie odległości między dwoma punktami o wiadomych współrzędnych prostokątnych . . 99
„ 176. Obliczanie odległości między dwoma punktami o wiadomych współrzędnych geograficznych . 103

ROZDZIAŁ G.

WIADOMOŚCI O BŁĘDACH.

1. Określenia ogólne.

Str.

pkt. 177. Nieścisłość pomiarów 103
„ 178. Omyłki 103
„ 179. Błędy 104

2. Błędy systematyczne.

pkt. 180. Właściwości błędów systematycznych . . 104

3. Błędy przypadkowe.

pkt. 181. Właściwości błędów przypadkowych . . 104
„ 182. Błąd przeciętny 105
„ 183. Błąd średni 105
„ 184. Błąd prawdopodobny 105
„ 185. Błąd graniczny 106
„ 186. Związek między wielkościami błędów . . 106
„ 187. Miernik dokładności pomiaru 106

4. Składanie się błędów.

pkt. 188. Składanie się błędów systematycznych . . 106
„ 189. Składanie się błędów przypadkowych . . 107
„ 190. Porównanie wpływu błędów przypadkowych i systematycznych 109

5. Błędy o szczególnem znaczeniu.

pkt. 191. Błąd graficzny 110
„ 192. Błąd oceniania i błąd odczytywania . . 110

DZIAŁ CZWARTY.

ZDJĘCIE KRAJU. MAPY I ICH WYKORZYSTYWANIE.

ROZDZIAŁ A.

ZDJĘCIE KRAJU.

pkt. 193. Podział prac 111

1. Pomiary geodezyjne.

pkt. 194. Przedmiot pomiarów geodezyjnych . . . 111

a) Zakładanie podstawy triangulacji.

pkt. 195. Czynności związane z zakładaniem podstawy triangulacji 112

Str.

pkt. 196. Obieranie podstawy 112
„ 197. Pomiar długości podstawy 112
„ 198. Rozwijanie podstawy 114
„ 199. Określanie współrzędnych geograficznych jednego z końców podstawy głównej oraz jej azymutu geograficznego 115
„ 200. Podstawy pomocnicze 115

b) Triangulacja.

pkt. 201. Gęstość sieci geodezyjnej 115
„ 202. Triangulacja różnego rzędu 115
„ 203. Sieć I rzędu 116
„ 204. Sieć II rzędu 117
„ 205. Sieć III i IV rzędu 117
„ 206. Czynności triangulacyjne 117
„ 207. Sporządzanie projektu triangulacji . . . 117
„ 208. Rozpoznawanie 118
„ 209. Rodzaje i budowa sygnałów 118
„ 210. Utrwalanie punktów geodezyjnych . . . 119
„ 211. Pomiary 120
„ 212. Pomiar kątów sposobem kierunkowym . . 120
„ 213. Pomiary kątów sposobem Schreiber'a . . 122
„ 214. Dokładność pomiarów kątów 123
„ 215. Pomiary kątów położenia 123
„ 216. Wyrównywanie kątów 123
„ 217. Obliczanie długości i azymutów boków trójkątów 124
„ 218. Obliczanie współrzędnych i wyniosłości . . 124
„ 219. Dokładność triangulacji 125

c) Triangulacja topograficzna i wykreślna.

pkt. 220. Triangulacja topograficzna 125
„ 221. Triangulacja wykreślna 125

2. Prace topograficzne.

pkt. 222. Przedmiot prac topograficznych . . . 126
„ 223. Nanoszenie punktów trygonometrycznych . . 126
„ 224. Wykonywanie zdjęcia terenu 127

a) Przedstawianie pokrycia terenu.

pkt. 225. Znaki topograficzne 128
„ 226. Napisy 128

b) Przedstawianie ukształtowania terenu.

pkt. 227. Sposoby przedstawiania ukształtowania terenu . 129
„ 228. Warstwice 129
„ 229. Wykreślanie warstwic 132
„ 230. Kreskowanie 134
„ 231. Warstwice i kreskowanie. 136

3. Prace kartograficzne.

Str

pkt. 232. Przedmiot prac kartograficznych . . . 137
„ 233. Sprawdzenie i wykończenie rysunku . . . 137
„ 234. Przeniesienie rysunku na płytę . . . 137
„ 235. Drukowanie 138

ROZDZIAŁ B.

MAPY I ICH WYKORZYSTYWANIE.

1. Mapy.

pkt. 236. Rodzaje map i ich podział na arkusze . . 138

2. Wykorzystywanie mapy.

pkt. 237. Czytanie mapy 141
„ 238. Rozpoznawanie kształtów terenu . . . 142
„ 239. Mierzenie odległości 142
„ 240. Odczytywanie wyniosłości 146
„ 241. Określanie spadu terenu 147
„ 242. Określanie kąta położenia 148
„ 243. Mierzenie kąta poziomego 148
„ 244. Mierzenie azymutu 149
„ 245. Mierzenie współrzędnych geograficznych . . 150
„ 246. Mierzenie współrzędnych prostokątnych . . 151
„ 247. Używanie mapy w terenie 153
„ 248. Orjentowanie się w terenie 153
„ 249. Orjentowanie mapy 156
„ 250. Wyszukiwanie stanowiska na mapie . . 158
„ 251. Badanie widnokręgu 160
„ 252. Określanie widoczności punktu . . . 161
„ 253. Wykonywanie przekroju terenu . . . 161
„ 254. Określanie widocznych i niewidocznych pól terenu. 163

MINISTERSTWO SPRAW WOJSKOWYCH
DEPARTAMENT ARTYLERJI
L. 543/Stud. Reg.

Warszawa, 11 lutego 1931 r.

ROZKAZ WPROWADZAJĄCY.

Zatwierdzam do użytku służbowego Instrukcję topograficzną artylerji $\frac{\text{Art. O}}{1930}$ 3.

Instrukcja ta stanowi podstawę do nauki zarówno w szkołach i na kursach artylerji jak i w oddziałach linjowych tej broni.

Instrukcję powinni znać szczegółowo: wykładowcy i instruktorzy topografji i terenoznawstwa, oficerowie bateryj pomiarowych i służby geograficznej oraz oficerowie z ukończonym kursem topograficznym. Od pozostałych oficerów linjowych artylerji należy żądać tylko umiejętności *wykonywania* prac i czynności, wchodzących w zakres wykorzystywania mapy i przygotowywania ognia.

I Wiceminister Spraw Wojskowych
(—) Fabrycy
Generał dywizji.

CZĘŚĆ I.

WIADOMOŚCI OGÓLNE.

DZIAŁ PIERWSZY.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

ROZDZIAŁ A.

POSTANOWIENIA OGÓLNE.

1. Zadanie i istota topografji w artylerji.

1. Topografja i strzelanie.

Konieczność korzystania z nauki topografji i stosowania własnych prac i pomiarów, wchodzących w zakres tej nauki, wyłoniła się dla artylerji z chwilą, gdy musiała strzelać do celów niewidocznych. Ponadto w miarę konieczności ograniczenia wstrzeliwania i w dążeniu do zaskoczenia przeciwnika ogniem, artylerja musiała przejść do powszechnego prawie stosowania pomiarów topograficznych w przygotowywaniu ognia.

W nowoczesnych zadaniach artylerji pomiary topograficzne mają znaczenie podstawowe i stanowią jeden z najważniejszych środków, zapomocą których dąży się do uzyskania jak największej skuteczności ognia.

2. Dane topograficzne ognia

Za podstawę do przygotowania ognia do danego celu służą dane, określające położenie celu względem stanowiska baterji, czyli:

— kierunek do celu,
— odległość do celu,
— kąt położenia celu.

3. Prace topograficzne i sposoby.

Dane te nazywa się **danemi topograficznemi ognia.**

Poszczególne czynności i pomiary, związane z określaniem danych topograficznych ognia, nazywa się **pracami topograficznemi,** a poszczególne sposoby wykonywania tych prac—**sposobami topograficznemi.**

4. Topograficzne przygotowanie ognia.

Całość prac topograficznych, które trzeba wykonać do strzelania do danego celu, nazywa się **topograficznem przygotowaniem ognia.**

5. Ogólne przygotowanie topograficzne strzelania.

W ramach baterji pewną część prac topograficznych wykonywa się zawczasu, niezależnie od znajomości poszczególnych celów, aby sobie zapewnić możność szybkiego i dokładnego określenia w odpowiedniej chwili danych ognia do danego celu

Podobnie w ramach dywizjonu lub grupy, celem ułatwienia szybkiego przeprowadzenia przygotowania topograficznego w baterjach, pewną część prac topograficznych wykonywa się zawczasu, niezależnie od znajomości stanowisk poszczególnych bateryj.

6. Dokładne przygotowanie topograficzne.

Całość tych prac przygotowawczych, wykonywanych o ile możności zawczasu, nazywa się **ogólnem przygotowaniem topograficznem strzelania.**

Jeżeli wszystkie prace, związane z przygotowaniem topograficznem do danego celu, wykonano ściśle, przygotowanie takie nazywa się **dokładnem przygotowaniem topograficznem.** Przygotowanie to daje *podstawę do wprowadzenia wszystkich poprawek na wpływ czynników atmosferycznych i balistycznych*, czyli do **całkowitego przygotowania ognia.**

7. Pobieżne przygotowanie topograficzne.

Jeżeli jakiekolwiek względy (czas, posiadane środki) nie pozwoliły uzyskać osiągalnego stopnia dokładności, przygotowanie takie nazywa sie **pobieżnem przygotowaniem topograficznem.**

Przygotowanie to daje podstawę do wprowadzenia kilku znaczniejszych poprawek na wpływ czynników atmosferycznych i balistycznych.

2. Znaczenie i korzyści przygotowania ognia.

8. Korzyści przygotowania ognia.

Przygotowanie ognia dostatecznie dokładne daje następujące korzyści taktyczne i techniczne:

— możność skutecznego działania w razie braku obserwacji,
— ułatwienie wstrzeliwania,
— ułatwienie obserwacji,
— skrócenie wstrzeliwania i zyskanie na czasie,
— zwiększenie wydajności organów obserwacji,
— zwiększenie możności taktycznego wyzyskania ognia,
— możliwość zaskoczenia nieprzyjaciela,
— zmniejszenie możności wykrywania własnych bateryj przez nieprzyjacielskie oddziały pomiarowe (pomiary dźwiękowe),
— oszczędne wykorzystywanie sprzętu artylerji i amunicji,
— uniknięcie przykrych wypadków strzelania do własnego wojska.

Stopień osiągalności tych korzyści zależy przedewszystkiem od stopnia dokładności przygotowania topograficznego.

9. Możność skutecznego działania w razie braku obserwacji.

Obserwacja nie jest niezbędna w strzelaniu artylerji i, z wyjątkiem szczególnych wypadków, *brak obserwacji nie może usprawiedliwiać bezczynności artylerji.* Stąd też wynika konieczność dokładnego przygotowania topograficznego w celu całkowitego przygotowania ognia, które pozwala zapewnić *kierunek z dokładnością kilku tysięcznych* (1 — 3^1), *a donośność z dokładnością do* $^1/_2$ *wideł.*[1]) Przy nieznacznem zatem zwiększeniu pola ognia wszerz i w głąb *wszelkie wyraźnie określone cele o pewnej powierzchni*, jak drogi i ich skrzyżowania, mosty, dworce i t. p., *można ostrzeliwać z pewnością skutecznego działania nawet bez obserwacji.*

Nabiera to szczególnego znaczenia w nocnem strzelaniu wszelkiego rodzaju artylerji oraz przy strzelaniu artylerji dalekonośnej, której donośność przekracza zwykle zasięg obserwacji naziemnej.

Przez to, że dokładne przygotowanie pozwala zaradzić zupełnemu lub chwilowemu brakowi obserwacji, zmniejsza ono również niekorzystne następstwa braku łączności między baterjami i punktami obserwacyjnemi, której sprawność i ciągłość trudno częstokroć zapewnić.

10. Ułatwienie wstrzeliwania i technicznego przenoszenia ognia.

Przez przygotowanie ognia dostatecznie dokładne, uzyskuje się dane ognia, zbliżone do rzeczywistych. Ułatwia to znacznie wstrzeliwanie i przenoszenie ognia. Ponadto przy całkowitem przygotowaniu większość bateryj na stanowisku w tym samym rejonie może korzystać z wyników wstrzeliwania, wykonanego tylko przez niektóre baterje, a przez to w wielu razach *pominąć wstrzeliwanie.*

11. Ułatwienie obserwacji.

Przez przygotowanie ognia dostatecznie dokładne uzyskuje się już pierwsze strzały w pobliżu celu, co znacznie ułatwia obserwację a nabiera szczególniejszego znaczenia przy strzelaniu z obserwacją powietrzną, oraz jednoczesnem strzelaniu większej ilości bateryj w tym samym odcinku.

12. Skrócenie wstrzeliwania i zyskanie na czasie.

Im dokładniej określono dane topograficzne ognia, tem krótsze jest wstrzeliwanie. Dlatego też *przez dokładne przygotowanie zyskuje się na czasie, zwiększając przez to zarówno możności ogniowe (wydajność) poszczególnych bateryj*, jak i skuteczność ognia, gdyż jednym z najważniejszych czynników skuteczności ognia, szczególnie przy strzelaniu do celów żywych, jest *szybkość wykonania.*

13. Zwiększenie wydajności organów obserwacji.

Zyskanie na czasie jest również bardzo korzystne przy wstrzeliwaniu lub kontrolowaniu ognia zapomocą organów obserwacji, nie wchodzących w skład baterji (obserwacja powietrzna, baterje pomiarowe), które muszą obsługiwać większą ilość bateryj. Dlatego też *dokładne przygotowanie ognia zwiększa wydajność organów obserwacji*, umożliwiając kontrolowanie ognia w najszerszych granicach.

14. Zwiększenie możności taktycznego wyzyskania ognia.

W wielu wypadkach możność szybkiego i zarazem skutecznego działania artylerji zależy od przygotowania topograficznego. Często przygotowanie ognia można wykonać zawczasu jeszcze przed zajęciem stanowiska przez baterje, a przez to zapewnić możność rozpoczęcia ognia skutecznego odrazu po zajęciu stanowiska, niezależnie od pory dnia i warunków obserwacji. Nabiera to szczególnego znaczenia przy zmianie stanowisk w ciągu walki, w szczególności przy zajmowaniu stanowisk odwrotowych, które należy zawczasu przezornie przewidzieć.

[1]) Gdy działa i przyrządy topograficzne są w dobrym stanie, a dane atmosferyczne i właściwości partji amunicji znane.

Przy przenoszeniu i ześrodkowywaniu ognia dokładne przygotowanie zapewnia jego skuteczność, pozwala przy tych zadaniach wyzyskać w pełni zwrotność sprzętu, a przy przesunięciach artylerji całą jego ruchliwość, do zapewnienia ciągłości w wydajnem działaniu artylerji.

15. **Możność zaskoczenia nieprzyjaciela.**

Przez ograniczenie wstrzeliwania do minimum, na jakie pozwala przygotowanie ognia dostatecznie dokładne, można do samego rozpoczęcia działania trzymać nieprzyjaciela w nieświadomości, względnie niepewności, co do obecności, siły i rozmieszczenia przeciwstawionej mu artylerji. Dokładne przygotowanie ognia pozwala więc zachować w całej pełni bardzo ważny czynnik, jakim jest we wszelkich działaniach zaskoczenie nieprzyjaciela ogniem artylerji W wielu wypadkach bowiem, a w szczególności przy ześrodkowaniu ognia, zaskoczenie wpływa rozstrzygająco na wynik.

16. **Zmniejszenie możności wykrywania stanowisk bateryj przez nieprzyjacielskie oddziały pomiarowe.**

Ze względu na to, że przygotowanie topograficzne ognia skraca wstrzeliwanie i pozwala nawet zaniechać wstrzeliwania wielu bateryj, osiąga się w działaniach zaczepnych tę korzyść, że większość bateryj może niejednokrotnie wykonywać swe zadania ogniowe ze stanowisk, z których wcale jeszcze nie strzelała lub strzelała niewiele. Stanowiska te zostają w ten sposób nieznane nieprzyjacielskim oddziałom pomiarowym dotąd, dopóki baterje nie rozpoczną właściwego ognia. Z chwilą zaś jego rozpoczęcia ożywiona działalność całej artylerji uniemożliwia prawie zupełnie pomiary dźwiękowe.

Podobne sprzyjające (korzystne) okoliczności zachodzą również w działaniach obronnych, przy wykonywaniu zadań ogniowych z zawczasu starannie przygotowanych stanowisk odwrotowych.

17. **Oszczędne wykorzystywanie sprzętu artylerji i amunicji.**

Po całkowitem przygotowaniu ognia wstrzeliwanie można ograniczyć do kilku tylko strzałów, a niekiedy pominąć je zupełnie; zaoszczędza się przez to amunicję i sprzęt. Oszczędne wykorzystywanie amunicji i sprzętu jest tem ważniejsze, im większy jest kaliber dział.

18. **Uniknięcie przykrych wypadków strzelania do własnego wojska.**

Topograficzne przygotowanie dokładne jest bardzo korzystne przy strzelaniu do celów leżących w pobliżu własnego wojska, gdyż przyczynia się w wielkiej mierze do uniknięcia wypadków zadania strat własnym oddziałom.

3. Główne wytyczne do prac topograficznych.

19. **Prace podstawowe.**

Podstawowe prace pomiarowe wykonywają specjalne **oddziały geograficzne.** Zakładają one ogólną sieć punktów, do których artylerja nawiązuje swoje prace topograficzne. Jednakże, w razie braku tej sieci, oddziały artylerji powinny wykonywać przygotowanie topograficzne własnemi środkami.

20. **Stosowanie prac topograficznych w różnych rodzajach artylerji.**

Stosowanie prac topograficznych obowiązuje bez wyjątku całą artylerję. Bez względu na kaliber i rodzaj sprzętu, dowódca baterji powinien móc zaraz po zajęciu stanowiska baterji wykonać w każdej chwili i o ile możności z dostateczną skutecznością ogień do każdego celu, leżącego w pasie działania jego baterji,

niezależnie od tego, czy obserwacja jest możliwa, czy też nie. Jest to możliwe tylko przy należytem przygotowaniu topograficznem i umiejętnem wykorzystaniu mapy.

Zasady i sposoby topograficznego przygotowania różnych rodzajów artylerji nie różnią się od siebie. Cała bez wyjątku artylerja powinna, jeżeli czas na to pozwala, przygotować ogień tak, jakgdyby miał być wykonany bez obserwacji. Wyzyskanie donośności sprzętu lekkiego (8—12 km) wymaga w razie braku obserwacji takiego samego stopnia dokładności przygotowania, jak i w artylerji ciężkiej.

Artylerja dalekonośna, ze względu na kaliber i donośność sprzętu, posługuje się przeważnie dokładniejszemi przyrządami i stosuje ścisłe obliczenia.

Prace topograficzne nigdy nie powinny być przyczyną opóźnienia rozpoczęcia ognia. Dlatego też ograniczony czas, jakim nieraz rozporządza artylerja lekka, sprawia, że niejednokrotnie nie może ona dokończyć przygotowania topograficznego przed rozpoczęciem ognia. Takie wypadki zachodzą natomiast stosunkowo rzadko w artylerji ciężkiej i dalekonośnej.

21. **Zasady wykonywania prac topograficznych.**

Dokładne przygotowanie topograficzne należy wykonać nawet wtedy, gdy okoliczności zmusiły do rozpoczęcia ognia bez żadnych prac topograficznych. Dokładne bowiem dane topograficzne są konieczne do uniezależnienia ognia, celem ustalenia właściwości partyj amunicji i zapewnienia możności wyzyskania tej właściwości przy następnych strzelaniach.

Prace topograficzne należy wykonać nawet wtedy, gdy dłuższy pobyt na danem stanowisku jest mało prawdopodobny. Lepiej bowiem wykonać pewne prace, które później nie zostaną wyzyskane, niż być zaskoczonym brakiem przygotowania topograficznego.

Prace topograficzne należy rozpoczynać o ile możności jak najwcześniej, czyli już podczas rozpoznania stanowiska baterji.

Przy rozwiązywaniu poszczególnych zadań należy stosować przedewszystkiem najprostsze i najszybsze sposoby nawet wtedy, gdy są one znacznie mniej dokładne. W miarę przedłużania się pobytu baterji na danem stanowisku lub w danym rejonie, prowadzi się w dalszym ciągu prace topograficzne, sprawdzając, poprawiając, i uzupełniając je stopniowo, aby osiągnąć coraz liczniejsze i dokładniejsze dane topograficzne.

Każdą poszczególną czynność należy sprawdzić o ile możności zaraz po wykonaniu, gdyż dzięki temu unika się pomyłek, a stąd bardzo często potrzeby powtórzenia całej pracy.

Poszczególne prace topograficzne należy zawsze wykonywać starannie, gdyż od tego zależy uzyskanie dostatecznej dokładności. Często brak dokładności, która napozór wydawała się przesadna, prowadzi w następstwie do przykrego zawodu w uzyskaniu spodziewanego wyniku.

Uzyskanie potrzebnej dokładności, zwłaszcza w ograniczonem przeciągu czasu, zależy w dużej mierze od stanu przyrządów topograficznych. Dlatego też należy dbać o staranne ich utrzymywanie, przewożenie i przechowywanie, a ponadto pouczyć dokładnie personel o obchodzeniu się z niemi.

22. Prace topograficzne w walkach ruchowych.

W okresie walk ruchowych niezawsze można wykonać potrzebne prace topograficzne. *Przeważnie jednak warunki walki pozwalają wykonać przygotowanie topograficzne z zupełnie zadowalającą dokładnością nawet wtedy, gdy prace te opierają się wyłącznie na mapie.* Do prac topograficznych należy zawsze przystąpić, skoro tylko na to pozwala przebieg walki, starając się uzyskać szybko dokładne wyniki. *Przy umiejętnem wyzyskaniu przyrządów będzie to prawie zawsze możliwe.*

23. Szkolenie.

Szkolenie w pracach topograficznych powinno się odbywać w kierunku wybitnie praktycznym. Aby móc wykonać w każdem położeniu bojowem i w różnych warunkach przygotowanie topograficzne dostatecznie dokładne, należy ćwiczyć się odpowiednio i regularnie, aby nabyć pełnej wprawy w wykonywaniu poszczególnych czynności.

24. Obowiązki dowódców.

Ścisła znajomość technicznych szczegółów wykonywania poszczególnych prac topograficznych nie jest niezbędna dla wyższych dowódców artylerji, powinni oni natomiast znać dobrze osiągalny stopień dokładności w poszczególnych wypadkach, jako też czas potrzebny do wykonania topograficznego przygotowania, aby mogli sobie zdać sprawę z tego, co można osiągnąć przy tem przygotowaniu i w związku z tem odpowiednio dostosować swoje rozkazy.

Zaopatrywanie oddziałów w przyrządy oraz dostarczanie podstawowych danych topograficznych powinno być stałą troską dowódcy na wszystkich szczeblach.

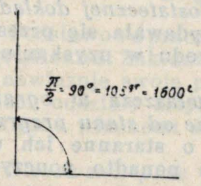
Zarządzenia, tyczące się topograficznego przygotowania strzelania, powinny być przedmiotem oddzielnego punktu w rozkazach.

ROZDZIAŁ B.

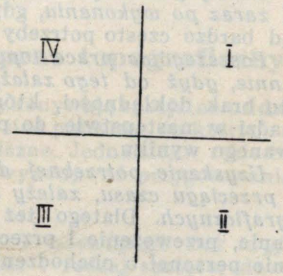
JEDNOSTKI MIARY KĄTÓW.

25. Kąt prosty. Ćwiartka.

Kąt o ramionach do siebie prostopadłych (rys. 1) nazywa się **kątem prostym** $\left(\frac{\pi}{2}\right)$. Dwie proste do siebie prostopadłe, przeprowadzone przez środek koła, tworzą cztery kąty proste, które dzielą pole i obwód koła na cztery równe części, zwane **ćwiartkami.**



Rys. 1.

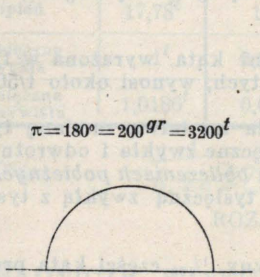


Rys. 2.

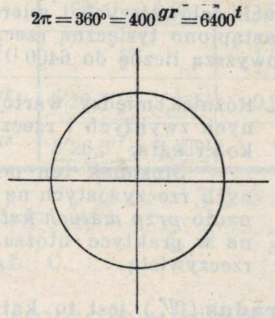
W topografji ćwiartki liczy się od linji pionowej (osi X-ów) w kierunku ruchu wskazówek zegara [1] (rys. 2).

26. Kąt półpełny.

Kąt, równy dwom kątom prostym, nazywa się **kątem półpełnym** (π) (rys. 3).



Rys. 3.



Rys. 4.

27. Kąt pełny.

Kąt, równy czterem kątom prostym, czyli czterem ćwiartkom, nazywa się **kątem pełnym** (2π) (rys. 4).

28. Obwód widokręgu.

Kątowi pełnemu odpowiada cała długość obwodu koła, a więc w terenie cała długość **obwodu widnokręgu.**

29. Poszczególne jednostki miary kątów.

Jednostkami miary kątów, używanemi w artylerji, są **tysięczna, gradus, stopień.**

30. Tysięczna.

Rozróżnia się *tysięczną rzeczywistą* i *tysięczną zwykłą*.

Tysięczna rzeczywista (1^T) jest to kąt równy kątowi środkowemu, wspierającemu się na łuku o długości równej 1/1000 części długości promienia koła, czyli kąt równy kątowi pod jakim ze środka S koła o promieniu R widać odcinek obwodu tego koła równy $R/1000$ [2].

Ponieważ długość obwodu koła wynosi $2R\pi = 2R$ 3,1416, czyli 6,2832 razy więcej niż promień R, przeto odcinków równych $R/1000$ obwód koła zawiera $1000 \times 6{,}2832 = 6283{,}2$, z czego wynika, że obwód widnokręgu zawiera 6283,2 tysięcznych rzeczywistych.

Jeżeli promień koła wynosi 1000 m, czyli 1 km, to łuk odpowiadający 1^T wynosi 1 m. Podobnie, jeżeli promień wynosi 2, 3, 4... n kilometrów, to łuk odpowiadający 1^T wynosi 2, 3, 4 ... n metrów. Właściwość ta znacznie ułatwia liczne obliczenia artyleryjskie.

---

[1]) W trygonometrji ćwiartki liczy się od linji poziomej (osi X-ów) i w kierunku odwrotnym (rys. 8).

[2]) Innemi słowy tysięczna rzeczywista jest to 1/1000 część radjanu czyli **miliradjan.**

Bez praktycznego błędu można utożsamić łuk odpowiadający 1^T ze styczną do tego łuku, a stąd można określić *tysięczną rzeczywistą jako kąt, pod jakim z odległości 1 km widać odcinek długości 1 m, prostopadły do kierunku widzenia.*

Tysięczna zwykła (1^t). Aby usunąć niedogodność jakąby nastręczała niewymierna liczba 6283,2 przy sporządzaniu podziałek na przyrządach celowniczych i mierniczych, jako też i przy obliczeniach, zastąpiono tysięczną rzeczywistą *tysięczną zwykłą*, zaokrąglając powyższą liczbę do 6400 [1]).

UWAGA. Różnica między wartościami kąta, wyrażona w tysięcznych zwykłych i rzeczywistych, wynosi około 1/50 wielkości kąta.

Stosunek ten pozwala na łatwą zamianę tysięcznych rzeczywistych na tysięczne zwykłe i odwrotnie. Ponadto *przy małych katach i obliczeniach pobieżnych* można w praktyce utożsamić tysięczną zwykłą z tysięczną rzeczywistą.

31 Gradus.

Gradus (1^{gr}) jest to kąt, równy $^1/_{100}$ części kąta prostego, czyli $^1/_{400}$ części obwodu koła [2]).

Wielokrotną gradusa jest **dekagradus** (1^{dgr}) równy dziesięciu gradusom.

Podwielokrotnemi gradusa są:

decygradus	(1^{dgr}), równy	$^1/_{10}$ części gradusa;
centygradus	(1^{cgr}), „	$^1/_{10}$ „ decygradusa;
miligradus	(1^{mgr}), „	$^1/_{10}$ „ centygradusa;
decymiligradus	(1^{dmgr}), „	$^1/_{10}$ „ miligradusa.

32. Stopień.

Stopień (1^0) jest to kąt, równy $^1/_{90}$ części kąta prostego, czyli $^1/_{360}$ części obwodu koła

Podwielokrotnemi stopnia są:

dwudziesta (1^d), równa $^1/_{20}$ części stopnia, czyli 3 minutom.

minuta ($1'$), równa $^1/_{60}$ części stopnia,

sekunda ($1''$), równa $^1/_{60}$ części minuty.

Podziałkę w stopniach i minutach mają kwadranty, służące do nadawania działom kąta podniesienia.

Podziałkę w dwudziestych ma celownik haubicy 155 mm.

---

[1]) Dawniej zaokrąglano też do 6000; tysięczną w ten sposób otrzymaną nazywano **tysięczną** *R (Rimailho)*. Poza tem sprzęt artyleryjski niemiecki i część sprzętu rosyjskiego ma też podziałki w tysięcznych o wartości równej $^1/_{3660}$ części obwodu koła czyli $^1/_{16}$ części stopnia.

[2]) Gradus jest jednostką miary kątów dogodniejszą niż stopień.

Zrozumiałe bowiem jest, że podział dziesiętny, jak podział ćwiartki na $100,^{gr}$ $1000,^{dgr}$ $10\,000,^{cgr}$ $100\,000,^{mgr}$ i $1\,000\,000,^{dmgr}$ jest znacznie dogodniejszy przy obliczeniach, niż podział ćwiartki na 90^0, $5400'$, $324\,000''$.

Liczba, wyrażająca wartość kąta nie odpowiadającego całkowitej ilości gradusów, jest liczbą dziesiętną, której ilość miejsc dziesiętnych zależy od stopnia dokładności, z jaką dany kąt ma być określony.

Powodem niezbyt szybkiego rozpowszechniania się użycia gradusa jest głównie to, że świat naukowy ma bardzo wiele dokumentów i tabel, w których wyniki niezliczonych wszelkiego rodzaju badań oraz ścisłych pomiarów astronomicznych są wyrażone w stopniach.

33. Stosunek między wartościami poszczególnych jednostek miary kątów.

Tabela niżej umieszczona podaje wartości każdej z jednostek miary kątów, wyrażonej w pozostałych jednostkach tej miary.

	Tysięczna zwykła t	Gradus gr	Stopień ^{0}	Tysięczna rzeczywista T
1 gradus	16^t	1^{gr}	$0^0 54' = 0{,}9^0$	$15{,}71^T$
1 stopień	$17{,}78^t$	$1{,}11^{gr}$	1^0	$17{,}45^T$
1 tysięczna zwykła	1^t	$0{,}0625^{gr}$	$3'22{,}5'' = 3{,}375'$	$0{,}982^T$
1 tysięczna rzeczywista	$1{,}0186^t$	$0{,}0637^{gr}$	$3'26{,}3'' = 3{,}439'$	1^T

1 radian $= \frac{1}{6.2832}$ obw. koła $= \frac{360}{6{,}2832}{}^0 = 57°11'45''$

ROZDZIAŁ C.

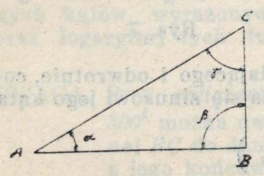
ZASADNICZE FUNKCJE TRYGONOMETRYCZNE KĄTÓW.

Zasadniczemi funkcjami trygonometrycznemi kątów są:

sinus (sin) — wstawa,
cosinus (cos) — dostawa,
tangens (tg) — styczna,
cotangens (cotg) — dotyczna.

34. Określenie funkcyj trygonometrycznych.

Dla kątów mniejszych niż kąt prosty można określić powyższe funkcje trygonometryczne przy pomocy trójkąta prostokątnego ABC (rys. 5).



Rys. 5.

$$\sin \text{ kąta } \alpha = \frac{BC}{AC} \quad \sin \text{ kąta } \gamma = \frac{BA}{AC}$$

$$\cos \text{ kąta } \alpha = \frac{AB}{AC} \quad \cos \text{ kąta } \gamma = \frac{BC}{AC}$$

$$\operatorname{tg} \text{ kąta } \alpha = \frac{BC}{AB} \quad \operatorname{tg} \text{ kąta } \gamma = \frac{BA}{BC}$$

$$\operatorname{cotg} \text{ kąta } \alpha = \frac{AB}{BC} \quad \operatorname{cotg} \text{ kąta } \gamma = \frac{BC}{AB}$$

Porównywając powyższe wzory, określające funkcje trygonometryczne kątów trójkąta prostego, widzi się że:

$$\sin \alpha = \cos \gamma = \frac{BC}{AC}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{cotg} \gamma = \frac{BC}{AB}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{cotg} \alpha} = \operatorname{cotg} \gamma = \frac{1}{\operatorname{tg} \gamma}$$

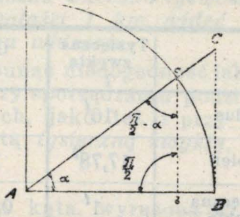
Jeżeli kąt jest kątem środkowym, wspierającym się na łuku (rys. 6), otrzymuje się:

$$\sin\alpha = \frac{B\,C}{A\,C} = \frac{b\,c}{A\,c}$$

$$\cos\alpha = \frac{A\,B}{A\,C} = \frac{A\,b}{A\,c}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{B\,C}{A\,B} = \frac{b\,c}{A\,b}$$

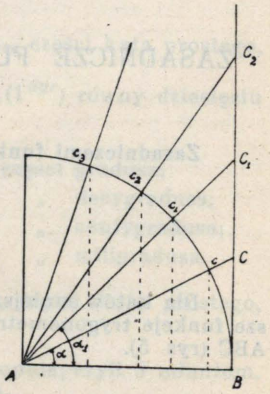
$$\operatorname{cotg}\alpha = \frac{A\,B}{B\,C} = \frac{A\,b}{b\,c}$$



Rys. 6.

Rozpatrując na rysunku 7 zmiany wartości funkcyj trygometrycznych danego kąta, jakie wynikają ze zmiany jego wielkości, widzi się, że w miarę wzrastania kąta od 0 do $\frac{\pi}{2}$ wartości jego funkcyj trygonometrycznych zmieniają się w następujących granicach:

— sinus wzrasta od 0 do 1,
— cosinus maleje od 1 do 0,
— tangens wzrasta od 0 do ∞,
— cotangens maleje od ∞ do 0.



Rys. 7.

Bezwzględne wartości (t. z. bez znaku + lub —) funkcyj trygonometrycznych kątów większych niż kąt prosty wahają się w tych samych granicach, co wartości funkcyj trygonometrycznych kątów mniejszych niż kąt prosty.

35. Związek między funkcjami trygonometrycznemi kątów, których suma lub różnica wynosi $\frac{\pi}{2}$, π lub 2π.

Dwa kąty, których suma równa się kątowi prostemu $\frac{\pi}{2}$ (rys. 6), nazywa się **kątami dopełniającemi.**

Sinus kąta mniejszego niż kąt prosty równa się cosinusowi jego kąta dopełniającego i odwrotnie, cosinus kąta mniejszego niż kąt prosty równa się sinusowi jego kąta dopełniającego:

$$\sin\alpha = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

$$\cos\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

Tangens kąta mniejszego niż kąt prosty równa się cotangensowi jego kąta dopełniającego i odwrotnie cotangens kąta mniejszego niż kąt prosty równa się tangensowi jego kąta dopełniającego:

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{cotg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

$$\operatorname{cotg}\alpha = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

Dwa kąty, których suma równa się kątowi półpełnemu π (rys. 8), nazywają się **kątami spełniającemi.**

Bezwzględne wartości tej samej funkcji trygonometrycznej dwóch kątów spełniających się są sobie równe:

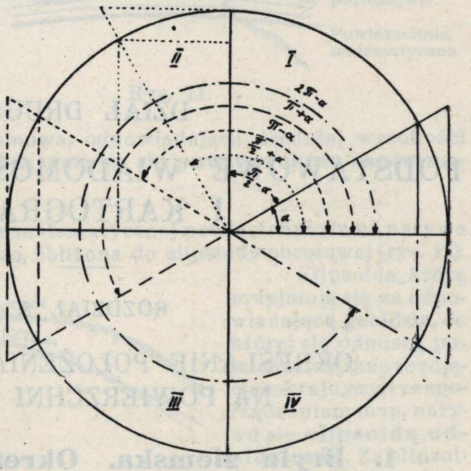
$$\sin\alpha = \sin(\pi - \alpha)$$
$$\cos\alpha = \cos(\pi - \alpha)$$
$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}(\pi - \alpha)$$
$$\operatorname{cotg}\alpha = \operatorname{cotg}(\pi - \alpha)$$

Bezwzględne wartości tej samej funkcji trygonometrycznej dwóch kątów, których różnica równa się kątowi półpełnemu π, są sobie równe:

$$\sin\alpha = \sin(\pi + \alpha)$$
$$\cos\alpha = \cos(\pi + \alpha)$$
$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}(\pi + \alpha)$$
$$\operatorname{cotg}\alpha = \operatorname{cotg}(\pi + \alpha)$$

Bezwzględne wartości tej samej funkcji trygonometrycznej dwóch kątów, których suma równa się kątowi pełnemu 2π, są sobie równe:

$$\sin\alpha = \sin(2\pi - \alpha)$$
$$\cos\alpha = \cos(2\pi - \alpha)$$
$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}(2\pi - \alpha)$$
$$\operatorname{cotg}\alpha = \operatorname{cotg}(2\pi - \alpha)$$

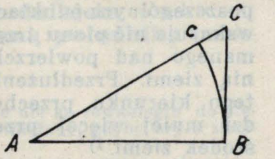


rys. 8.

36. Tabele wartości funkcyj trygonometrycznych.

Tabele logarytmów podają wartości funkcyj trygonometrycznych kątów, wyrażonych w tysięcznych, gradusach i stopniach, oraz logarytmy tych funkcyj trygonometrycznych.

UWAGA. Przy *obliczeniach pobieżnych i kątach mniejszych niż* 300^t można uważać długość stycznej *BC* do danego łuku w jednym z jego końców za równą długości łuku *Bc* (rys. 9), a stąd przyjąć wartość kąta wyrażonego w tysięcznych, w postaci ułamka dziesiętnego, za wartość tangensu tego kąta. Jeżeli np. dany kąt wynosi 273^t, można przyjąć, że jego tangens wynosi 0,273 (w rzeczywistości, wynosi 0,2745).



Rys. 9.

DZIAŁ DRUGI.

PODSTAWOWE WIADOMOŚCI Z GEODEZJI I KARTOGRAFJI.

ROZDZIAŁ A.

OKREŚLANIE POŁOŻENIA PUNKTÓW NA POWIERZCHNI ZIEMI.

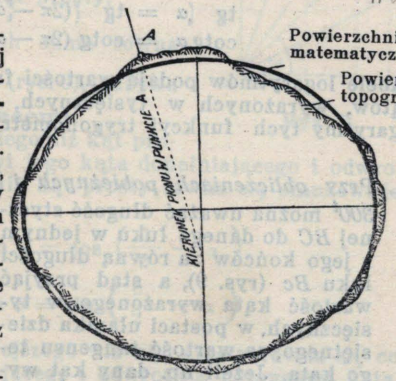
1. Bryła ziemska. Określenia ogólne.

37. Powierzchnia topograficzna ziemi.

Ziemia jest bryłą nieforemną, której powierzchnia ma wiele *nierówności*. Powierzchnia ziemi z jej nierównościami, czyli rzeczywista powierzchnia ziemi, nazywa się **powierzchnią topograficzną** (rys. 10 i 11).

38. Powierzchnia poziomowa.

Za podstawę do określenia matematycznej powierzchni bryły ziemskiej służy **kierunek siły ciężkości** w poszczególnych punktach ziemi. Jest to kierunek pionu, czyli kierunek, jaki w poszczególnych punktach wskazuje nić pionu trzymanego nad powierzchnią ziemi. Przedłużenie tego kierunku przechodzi mniej więcej przez środek ziemi [1].

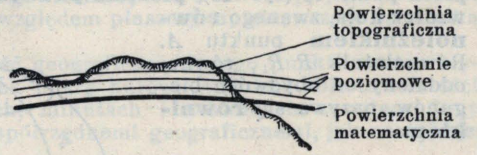


Rys. 10.

Powierzchnia teoretyczna (umyślona), któ-

[1]) Gdyby bryła ziemska była kulą jednakowej gęstości, kierunek pionu, przechodzący przez dany punkt powierzchni, przechodziłby dokładnie przez środek ziemi.

ra w każdym ze swoich punktów jest prostopadła do kierunku siły ciężkości, nazywa się **powierzchnią poziomową** (rys 10 i 11). Przez każdy punkt powierzchni topograficznej ziemi przechodzi jedna powierzchnia poziomowa, a zatem powierzchni takich, równoległych do siebie na całej rozciągłości [1], istnieje nieskończenie wiele.



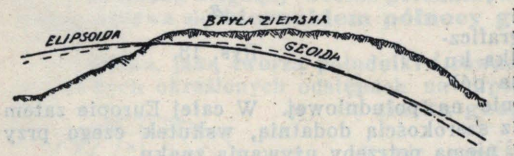
Rys. 11.

39. Powierzchnia matematyczna ziemi.

Powierzchnia poziomowa, odpowiadająca średniej wysokości powierzchni mórz i oceanów, nazywa się **powierzchnią matematyczną ziemi.**

40. Geoida i elipsoida odniesienia.

Bryła, odpowiadająca matematycznej powierzchni ziemi, nazywa się **geoidą;** jest ona bardzo zbliżona do elipsoidy obrotowej (rys. 12). Elipsoida, którą przyjmuje się za odpowiadającą geoidzie, do której się odnoszą pomiary związane ze zdjęciem kraju, czyli ze sporządzeniem map, nazywa się **elipsoidą odniesienia.** Za elipsoidę odniesienia służy w Polsce elipsoida Bessel'a [2]. Powierzchnia tej elipsoidy odbiega nieznacznie od powierzchni kuli o promieniu R = 6 370 000 m = 6 370 km [3].



Rys. 12.

2. Współrzędne geograficzne i wyniosłość.

41. Bieguny.

Punkty przecięcia się osi obrotu ziemi z jej powierzchnią nazywa się **biegunami: północnym** B **i południowym** B_1.

42. Południk i płaszczyzna południka.

Płaszczyzna, przechodząca przez dany punkt A powierzchni ziemi i przez bieguny B i B_1 (rys. 13), przecina powierzchnię elipsoidy ziemskiej wzdłuż koła zwanego **południkiem** punktu A. Płaszczyznę tę zatem nazywa się **płaszczyzną południka** punktu A.

[1]) W rzeczywistości powierzchnie poziomowe nie są równoległe do siebie, jednakże nie mogą się przeciąć. Równoległość istniałaby, gdyby bryła ziemska była kulą.

[2]) Od nazwiska uczonego, który określił następujące wymiary elipsoidy:
— połowa dużej osi $a = 6\ 377\ 397$ m,
— połowa małej osi $b = 6\ 356\ 079$ m.

[3]) Promień ten otrzymuje się ze wzoru:

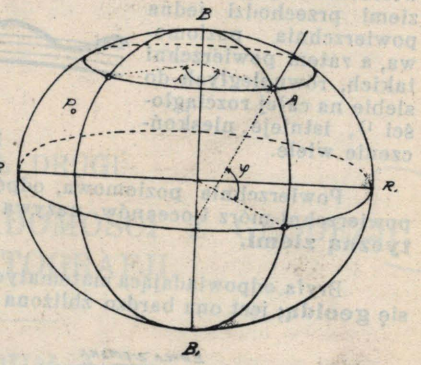
$$R = \frac{a + a + b}{3} = 6\ 370 \text{ km (okrągło).}$$

43. Równoleżnik i równik.

Płaszczyzna prostopadła do osi obrotu ziemi, przechodząca przez punkt A (rys 13), przecina powierzchnię elipsoidy ziemskiej wzdłuż koła, zwanego **równoleżnikiem** punktu A. Równoleżnik $R\,R_1$, równooddalony od obydwóch biegunów, nazywa się **równikiem.**

44. Szerokość geograficzna.

Kąt φ, jaki tworzy kierunek pionu, przechodzący przez punkt A [1]), z płaszczyzną równika (rys. 13), nazywa się **szerokością geograficzną** punktu A.



Rys. 13.

Wszystkie punkty, leżące na tym samym równoleżniku, mają jednakową szerokość geograficzną.

Szerokość geograficzna liczy się od równika ku biegunom; dodatnio na półkuli północnej, ujemnie na południowej. W całej Europie zatem ma się do czynienia z szerokością dodatnią, wskutek czego przy wyrażaniu szerokości, niema potrzeby używania znaku.

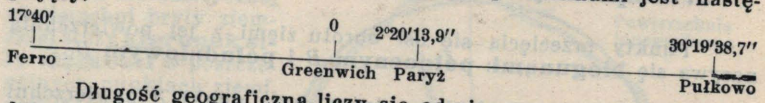
45. Długość geograficzna.

Kąt λ zawarty między płaszczyzną południka punktu A, a płaszczyzną południka dowolnie obranego za pierwszy południk P_0, nazywa się **długością geograficzną** punktu A. Wszystkie punkty, leżące na jednym południku, mają jednakową długość geograficzną.

46. Pierwsze południki.

W Europie liczy się długość geograficzną od jednego z następujących południków: Greenwich, Ferro, Paryż, Pułkowo.

Stosunek między temi pierwszemi południkami jest następujący:



Długość geograficzną liczy się od pierwszego południka – dodatnio ku zachodowi, ujemnie ku wschodowi i, zależnie od tego, nazywa się ona **długością zachodnią** lub **wschodnią.**

Na mapach Polski, wydanych przed rokiem 1930. długość geograficzna jest liczona od południka Ferro [2]) lub Pułkowa [3]).

Na mapach, wydanych po roku 1930. długość geograficzna jest liczona od południka Greenwich. Przy liczeniu długości od południka Greenwich lub Ferro ma się do czynienia jedynie z długością wschodnią, wskutek czego przy wyrażaniu długości niema potrzeby używania znaku.

[1]) Gdyby bryła ziemska była kulą, kierunek pionu przechodziłby przez środek ziemi, bez względu na położenie punktu A na powierzchni ziemi. Ponieważ jednak bryła ziemska jest elipsoidą przeto linja pionu nie przechodzi ściśle przez środek ziemi; ściśle przez środek ziemi przechodzą tylko kierunki pionu z biegunów i równika.

[2]) Na mapach obszaru byłego zaboru niemieckiego lub austrjackiego.

[3]) Na mapach obszaru byłego zaboru rosyjskiego.

47. Współrzędne geograficzne.

Długość λ i szerokość geograficzna φ danego punktu stanowią jego **współrzędne geograficzne,** które określają jego położenie na elipsoidzie ziemskiej względem płaszczyzny pierwszego południka i płaszczyzny równika.

Długość i szerokość geograficzną danego punktu można wyrazić w każdej z jednostek miary kątów. W Polsce obie te wartości wyraża się w stopniach, minutach i sekundach, a zatem dany punkt A oznacza się współrzędnemi geograficznemi, jak następuje:

$$\lambda_A = 36^0 24' 17'' \quad \varphi_A = 52^0 47' 28''$$

lub też: A: $\lambda = 36^0 24' 17''$, $\varphi = 52^0 47' 28''$.

Różnicę długości geograficznej między dwoma punktami oznacza się literami: $\Delta\lambda$ = tylu stopniom, minutom, sekundom, np. $\Delta\lambda = 1^0 15' 30'' = 4\,530''$.

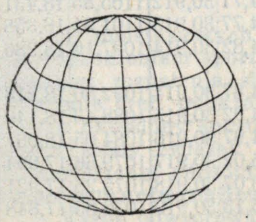
Różnicę szerokości oznacza się literami $\Delta\varphi$, np. $\Delta\varphi = 0^0 45' 17'' = 2\,717''$.

48. Północ geograficzna.

Kierunek biegnący wzdłuż południków, ku biegunowi północnemu, nazywa się **kierunkiem północy geograficznej.**

49. Siatka geograficzna.

Siatka, jaką tworzą południki i równoleżniki, poprowadzone w pewnych określonych odstępach na elipsoidzie ziemskiej, nazywa się **siatką geograficzną** (rys. 14).



Rys. 14.

50. Wyniosłość punktu.

Każdy punkt powierzchni topograficznej ziemi, np. punkt A (rys. 15), można rzutować na powierzchnię matematyczną, przyczem otrzymuje się punkt a, zwany rzutem punktu A. Odcinek $A\,a$, czyli wysokość położenia punktu A nad powierzchnią matematyczną ziemi, nazywa się wyniosłością położenia punktu A, lub krótko **wyniosłością** Z punktu A [1]).

51. Określanie położenia punktów na powierzchni topograficznej.

Współrzędne geograficzne punktu A powierzchni topograficznej ziemi są takie same, jak współrzędne geograficzne rzutu a tego punktu na powierzchnię matematyczną. Położenie zatem każdego punktu powierzchni topograficznej ziemi można określić zapomocą współrzędnych geograficznych λ i φ i wyniosłości Z.

Rys. 15.

[1]) Wartość Z nazywa się także **wysokością bezwzględną** lub **wysokością nad poziomem morza.** Wprowadzono nazwę wyniosłość w celu uniknięcia nieporozumień przy nowoczesnych zadaniach strzelania, gdzie ma się do czynienia z kilkoma wysokościami bezwzględnemi i względnemi.

52. **Wartości łuków południka i równoleżnika.**

Tabela niżej umieszczona daje wartości łuków $l'\varphi$ i $l''\varphi$ oraz $l'\lambda$ i $l''\lambda$ odpowiadających 1′ i 1″ szerokości geograficznej oraz 1′ i 1″ długości geograficznej, na elipsoidzie Bessel'a [1]).

Szerokość geograficzna	Wartości łuków: południka		równoleżnika		Szerokość geograficzna	Wartości łuków: południka		równoleżnika	
φ	$l'\varphi$	$l''\varphi$	$l'\lambda$	$l''\lambda$	φ	$l'\varphi$	$l''\varphi$	$l'\lambda$	$l''\lambda$
° ′	m	m	m	m	° ′	m	m	m	m
48 0	1852,96	30,883	1243,60	20,727	52 0	1854,24	30,904	1144,49	19,075
10	1853,02	30,884	1239,59	20,660	10	1854,30	30,905	1140,24	19,004
20	1853,07	30,884	1235,57	20,593	20	1854,35	30,906	1135,97	18,933
30	1853,12	30,885	1231,54	20,526	30	1854,40	30,907	1131,70	18,862
40	1853,18	30,886	1257,50	20,458	40	1854,45	30,908	1127,41	18,790
50	1853,23	30,887	1223,44	20,391	50	1854,50	30,908	1123,12	18,719
49 0	1853,29	30,888	1219,38	20,323	53 0	1854 56	30,909	1118,82	18,647
10	1853,34	30,889	1215,31	20,255	10	1854,61	30,910	1114,50	18,575
20	1853,39	30,890	1211,22	20,187	20	1854,66	30.911	1110,18	18,503
30	1853,45	30,891	1207,13	20,119	30	1854,71	30,912	1105,85	18,431
40	1853,50	30,892	1203,02	20,050	40	1854,77	30,913	1101,51	18,358
50	1853,55	30,893	1198,91	19,982	50	1854,82	30,914	1097,16	18,286
50 0	1853,61	30,893	1194,78	19,913	54 0	1854,87	30,914	1092,80	18,213
10	1853,66	30,894	1190,65	19,844	10	1854,92	30,915	1088,43	18,140
20	1853,71	30,895	1186,50	19,775	20	1854,97	30,916	1084,05	18,067
30	1853,77	30,896	1182,35	19,706	30	1855,02	30,917	1079,66	17,994
40	1853,82	30,897	1178,18	19,636	40	1855,07	30,918	1075,26	17,921
50	1853,87	30,898	1174,00	19,567	50	1855,13	30,919	1070,85	17,848
51 0	1853,93	30,899	1169,82	19,497	55 0	1855,18	30,920	1066,44	17,774
10	1853,98	30,900	1165,62	19,427	10	1855,23	30,920	1062,01	17,700
20	1854,03	30,900	1161,42	19,357	20	1855,28	30,921	1057,58	17,626
30	1854,09	30,901	1157,20	19,287	30	1855,33	30,922	1053,13	17,552
40	1854,14	30,902	1152,97	19,216	40	1855,38	30,923	1048,68	17,478
50	1854,19	30,903	1148,74	19,146	50	1855,43	30,924	1044,22	17,404
52 0	1854,24	30,904	1144,49	19,075	56 0	1855,48	30,925	1039,75	17,329

Przy interpolowaniu w tabeli można przyjąć, że:

— zmiana wartości $l'\lambda$ na 1′ szerokości geograficznej wynosi 0,425 m,
— zmiana wartości $l''\lambda$ na 1″ szerokości geograficznej wynosi 0,007 m,
— zmiana wartości $l''\lambda$ na 1′ szerokości geograficznej wynosi 0,007 m.

[1]) Wartość $l'\lambda$ zmniejsza się ze wzrostem szerokości geograficznej. Gdyby ziemia była kulą, otrzymanoby związek $l'\lambda = l'\varphi \cos\varphi$. Ponadto wartość $l'\lambda$ byłaby wszędzie jednakowa i równa wartości $l'\lambda$ na równiku. Na elipsoidzie ziemskiej natomiast, nieco spłaszczonej, powyższy związek nie jest zupełnie ścisły, a wartość $l'\varphi$ wzrasta nieco od równika ku biegunom. Jak widać z powyższej tabeli, przyrost wartości $l'\lambda$ na obszarze Polski wynosi około 2,5 m. Łatwo zapamiętać, że w Polsce wartość $l'\varphi$ wynosi średnio 1854 m (na południu 1853 m, a na północy— 1856 m).

ROZDZIAŁ B.

ODWZOROWYWANIE POWIERZCHNI ZIEMI NA PŁASZCZYŹNIE.

1. Odwzorowania kartograficzne.

53. **Pokrycie terenu i ukształtowanie terenu.**

Ogół przedmiotów stałych (rośliny, budowle, wody i t. p.), znajdujących się na powierzchni topograficznej ziemi, nazywają się **pokryciem terenu.**

Nierówności powierzchni topograficznej ziemi nazywa się **ukształtowaniem terenu.**

54. **Mapa.**

Odwzorować całą topograficzną powierzchnię ziemi, lub tylko część jej, znaczy sporządzić rysunek przedstawiający tę powierzchnię na płaszczyźnie, w pewnem zmniejszeniu i z uwidocznieniem, według ustalonych zasad i zapomocą ustalonych znaków, pokrycia i ukształtowania terenu. Rysunek otrzymany w ten sposób nazywa się **mapą.**

55. **Odwzorowanie kartograficzne. Rzut kartograficzny.**

W podstawowych dociekaniach i badaniach matematycznych nad zagadnieniem sporządzenia map, punkty powierzchni elipsoidy ziemskiej rozpatruje się wyłącznie jako punkty geometryczne, a rozłożenie tych punktów, jakie otrzymuje się na płaszczyźnie w pewien określony sposób, podług prawideł matematycznych, ustalających ścisły związek między wzajemnemi położeniami punktów na powierzchni elipsoidy i na płaszczyźnie, nazywa się **odwzorowaniem kartograficznem.**

Każde odwzorowanie, które otrzymuje się przez geometryczne rzutowanie punktów powierzchni ziemi na płaszczyznę zapomocą snopa promieni, nazywa się **rzutem kartograficznym.**

56. **Skala odwzorowania. Skala mapy.**

Aby odwzorować powierzchnię ziemi na płaszczyźnie, należy przedewszystkiem ustalić stosunek zmniejszenia, w jakim ma się sporządzić mapę. Ten stosunek zmniejszenia nazywa się **skalą odwzorowania** lub, jeżeli mowa o sporządzonej już mapie, **skalą mapy.** W nowoczesnych zagadnieniach kartograficznych odróżnia się dwa rodzaje skali mapy: *skalę główną* i *skalę miejscową.*

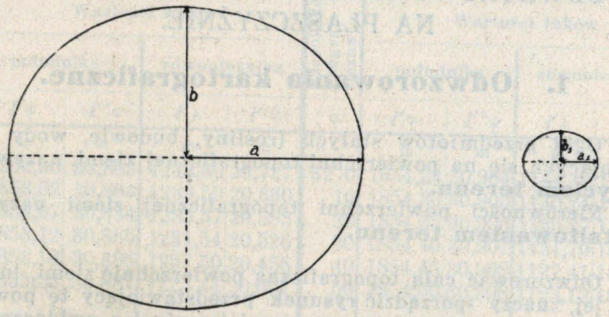
57. **Skala główna. Skala miejscowa.**

Skalą główną mapy nazywa się stosunek zmniejszania wymiarów linjowych elipsoidy ziemskiej. Wyrazić go można przez stosunek: $\frac{a_1}{a} = \frac{b_1}{b}$ (rys. 16), w którym a_1 i b_1 oznaczają wartość połowy długości dużej i małej osi elipsoidy, zmniejszonej w celu odwzorowania, a i b zaś wartości połowy osi rzeczywistej elipsoidy ziemskiej.

Z powodu elipsoidalności powierzchni ziemi nie można ściśle zachować skali głównej na całej rozciągłości mapy (pkt. 58).

Istotna skala mapy w danem jej miejscu, zwana **skalą miejscową,** jest to stosunek odległości między dwoma dowolnemi punktami na mapie do rzeczywistej odległości poziomej między temi samemi punktami na elipsoidzie ziemskiej.

Skala główna wyraża się ułamkiem, którego licznik równa się 1, np. 1 : 100 000, 1 : 25 000. Im mniejszy jest mianownik ułamka, tem większa jest skala. Skala 1 : 10 000 jest większa niż 1 : 25 000.



Rys. 16.

Za podstawę do mierzenia odległości na mapie służy skala główna, której wartość jest podana na arkuszu mapy.

Ze skalą miejscową nie miewa się do czynienia, lecz przy niektórych ścisłych obliczeniach odległości uwzględnia się różnicę między skalą główną i miejscową, wprowadzając odpowiednią poprawkę (pkt. 68 i 175).

58. Odwzorowywanie dużych obszarów. Zniekształcenia.

Odwzorowywanie na płaszczyźnie powierzchni większych obszarów, jak np. obszaru całego państwa, jest dość zawiłe. Powierzchnia elipsoidy bowiem jest nierozwijalna, to znaczy, ze nie można jej rozwinąć na płaszczyźnie bez rozdarcia, zagięcia lub załamania. Ponadto obraz powierzchni odwzorowanego obszaru powinien być ciągły, to znaczy, że obrazy poszczególnych części tej powierzchni odwzorowywanej nie powinny się choćby tylko częściowo pokrywać, ani też tworzyć między sobą pustych miejsc. Aby otrzymać ciągłość obrazu przy odwzorowaniu powierzchni krzywej na płaszczyźnie, stosuje się różne sposoby odwzorowywania przyczem otrzymany obraz jest zawsze w mniejszym lub większym stopniu zniekształcony, a mianowicie:

— stosunek zmniejszenia, w jakim dowolne odcinki linjowe powierzchni matematycznej ziemi są przedstawione na mapie, nie jest wielkością stałą na całej rozciągłości mapy; powstają więc **zniekształcenia odległości** i w różnych częściach mapy występują skale miejscowe, różniące się mniej lub więcej od skali głównej mapy;

— kąty zawarte między dowolnemi kierunkami na mapie nie są wszędzie równe kątom zawartym między temi samemi kierunkami na powierzchni ziemi, powstają więc **zniekształcenia kątów.**

— stosunek zmniejszenia, w jakim dowolne pola powierzchni matematycznej ziemi są przedstawione na mapie, jest wartością zmienną w poszczególnych częściach mapy, powstają zatem **zniekształcenia powierzchni.**

Niektóre sposoby odwzorowywania pozwalają usunąć w praktyce zniekształcenie kątów lub zniekształcenie powierzchni; nie można natomiast usunąć zupełnie zniekształcenie odległości, można je tylko sprowadzić do bardzo nieznacznej wartości, lub też uniknąć go wzdłuż pewnych kierunków, albo w niektórych miejscach.

59. Odwzorowywanie niedużych obszarów. Plan.

Jeżeli odwzorowany obszar jest niewielki, odwzorowaną powierzchnię elipsoidalną można uważać za płaszczyznę, co w praktyce nie pociąga za sobą błędów większych niż błędy, których niepodobna uniknąć w oznaczaniu poszczególnych punktów na mapie. Wielkość błędów graficznych zależy od skali odwzorowania, a zatem od tej skali zależą również granice, w których powierzchnię matematyczną ziemi w praktyce można uważać za płaską. Przy odwzorowaniu w skali 1 : 20 000 lub 1 : 25 000 jest to możliwe w promieniu 50 km dokoła danego punktu.

Mapa, otrzymana przy odwzorowywaniu takich niedużych obszarów bezpośrednio na płaszczyźnie, ma następujące właściwości:

— stosunek zmniejszenia, w jakim dowolne odcinki linjowe powierzchni matematycznej ziemi są przedstawione na mapie, jest wielkością stałą równą skali głównej mapy, na całej jej rozciągłości, czyli, że mapa nie ma zniekształceń odległości;

— kąty, zawarte między dowolnemi kierunkami na mapie, są równe kątom, zawartym między temi samemi kierunkami na powierzchni ziemi, jest więc zachowana **wiernokątność;**

— stosunek zmniejszenia, w jakim dowolne pola matematycznej powierzchni ziemi są przedstawione na mapie, jest wielkością stałą; wtedy jest zachowana **równoważność.**

Mapę niedużego obszaru, na której są uzyskane powyższe właściwości, nazywa się **planem.**

60. Odwzorowywanie siatki geograficznej.

Ponieważ położenie każdego punktu na powierzchni ziemi można określić przez jego współrzędne geograficzne, czyli przez przecięcie się jego południka z jego równoleżnikiem, przeto zasadę odwzorowywania na płaszczyźnie poszczególnych punktów powierzchni ziemi można określić jako zasadę odwzorowywania południków i równoleżników tych punktów, czyli *jako zasadę odwzorowywania siatki geograficznej.* Zależnie od skali odwzorowania, siatka ta może być kilkostopniowa, kilkominutowa lub minutowa. Po odwzorowaniu siatki geograficznej łatwo można przystąpić do odwzorowywania poszczególnych przedmiotów i szczegółów powierzchni topograficznej ziemi.

Istnieją liczne sposoby odwzorowywania, a stąd i różne rodzaje odwzorowania [1].

---

[1]) Odwzorowania kartograficzne uskutecznia się na płaszczyźnie (rys. 17) lub na powierzchni wielościanu (rys. 18), albo też na powierzchni stożka (rys. 19) lub walca (rys. 20), którą rozwija się następnie na płaszczyźnie. Powierzchnia ta (płaszczyzna) nazywa się **powierzchnią (płaszczyzną) odwzorowania;** może ona być styczną do elipsoidy ziemskiej lub przecinać ją (rys. 17, 19 i 20 — linje przerywane).

Zależnie od rodzaju powierzchni odwzorowania rozróżnia się:

— **odwzorowania płaszczyznowe,**
— **odwzorowania wielościenne,**
— **odwzorowania stożkowe,**
— **odwzorowania walcowe.**

61. Odwzorowania kartograficzne do map wojskowych.

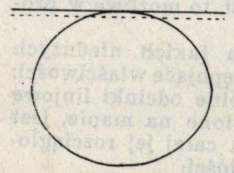
Ze względu na potrzeby artylerji, mapy przeznaczone do użytku wojska sporządza się w **odwzorowaniu wiernokątnem.** W Polsce są stosowane dwa odwzorowania wiernokątne: odwzorowanie wielościenne i odwzorowanie Roussilhe'a.

Niektóre odwzorowania płaszczyznowe są perspektywiczne, to znaczy są *rzutami perspektywicznemi* powierzchni elipsoidy ziemskiej na płaszczyznę (rys. 21, 22, 23). Odwzorowania te dzielą się na:

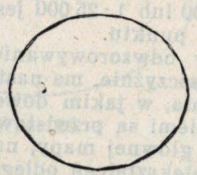
— **odwzorowania (rzuty) prostokątne** (ortograficzne), w których punkt oczny jest nieskończenie oddalony od płaszczyzny odwzorowania (rys. 21);

— **odwzorowania (rzuty) odśrodkowe** (gnomoniczne), w których punkt oczny leży w środku ziemi (rys. 22);

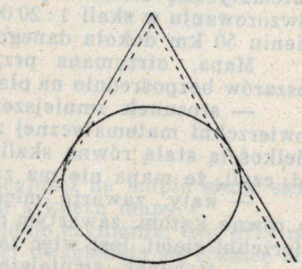
— **odwzorowania (rzuty) stereograficzne,** w których punkt oczny jest średnicowo przeciwległy do punktu styczności płaszczyzny z powierzchnią elipsoidy ziemskiej (rys. 23).



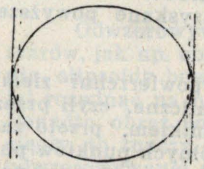
Rys. 17.



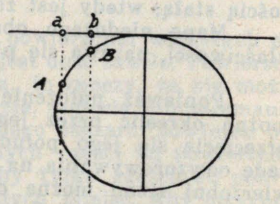
Rys. 18.



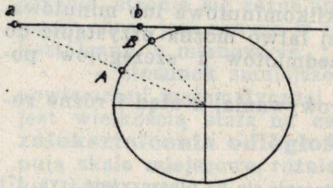
Rys. 19.



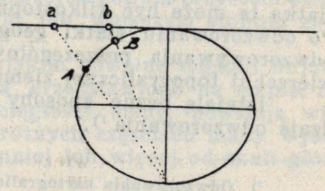
Rys. 20.



Rys. 21.



Rys. 22.



Rys. 23.

Zależnie od położenia powierzchni (płaszczyzny) odwzorowania, odwzorowania płaszczyznowe, stożkowe i walcowe dzielą się na:

— **odwzorowania normalne,** w których płaszczyzna odwzorowania jest prostopadła do osi obrotu ziemi (rys. 17) albo oś stożka lub walca pokrywa się z osią obrotu ziemi (rys. 19 i 20);

2. Odwzorowanie wielościenne.

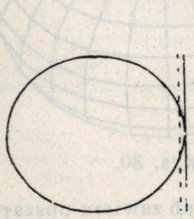
62. Zasada odwzorowania wielościennego.

Z pomocą południków i równoleżników można podzielić powierzchnię elipsoidy ziemskiej na *trapezy elipsoidalne dowolnej wielkości.* Przeprowadzając np. południki w odstępach 10′ długości

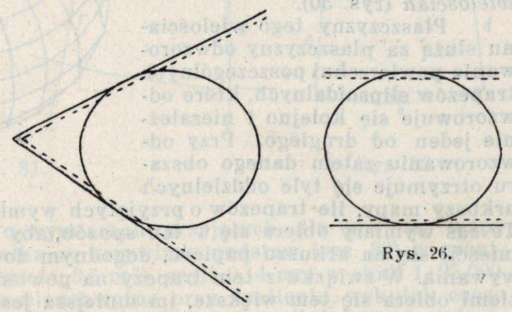
---

— **odwzorowania poprzeczne,** w których płaszczyzna odwzorowania jest równoległa do osi obrotu ziemi (rys. 24) lub oś stożka lub walca leży w płaszczyźnie równika (rys. 25, 26);

— **odwzorowania skośne,** w których płaszczyzna odwzorowania lub oś stożka lub walca tworzy z osią obrotu ziemi dowolny kąt, różny od kąta prostego (rys. 27, 28 i 29).

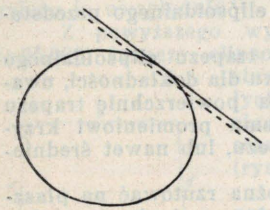


Rys. 24.

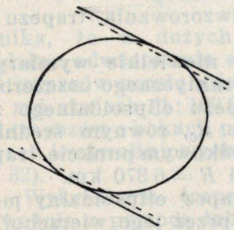


Rys. 25.

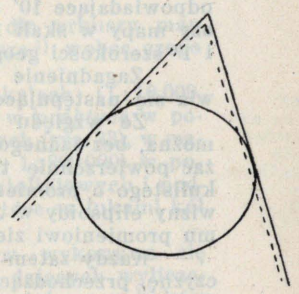
Rys. 26.



Rys. 27.



Rys. 28.



Rys. 29.

Niezależnie od powyższego podziału odwzorowań kartograficznych rozróżnia się:

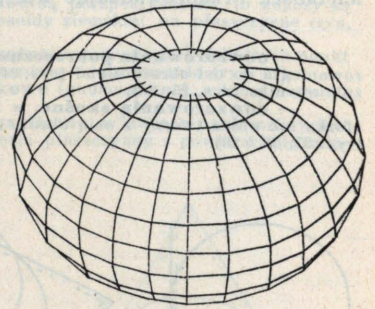
— **odwzorowania wiernokątne,** które dają mapy wolne od zniekształceń kątów (ob. odnośnik 3 na stronie 30);

— **odwzorowania równoważne,** które dają mapy wolne od zniekształceń powierzchni;

— **odwzorowania dowolne,** które dają mapy obarczone zniekształceniami odległości, kątów i powierzchni, lecz posiadające przytem pewne szczególne właściwości.

Zależność, czy też związek analityczny, między położeniem poszczególnych punktów na powierzchni matematycznej ziemi i ich położenia na płaszczyźnie odwzorowania nazywa się **prawidłem (prawem) odwzorowania.** Prawidła odwzorowań kartograficznych wyrażają się analitycznie przez dość złożone wzory, wymagające niemniej złożonych obliczeń. Szczegółowe omawianie tych prawideł wychodzi poza zakres niniejszej instrukcji.

geograficznej, i równoleżniki w odstępach 5′ szerokości geograficznej, otrzymuje się sieć trapezów o wymiarach, wynoszących na obszarze Polski około 100 km². Powierzchnia każdego z takich niedużych trapezów nieznacznie odbiega od pola trapezu płaskiego o tych samych wierzchołkach.



Rys. 30.

W związku z tem każdy trapez elipsoidalny można ze znikomym błędem uważać za trapez płaski o tych samych wierzchołkach. Zastępując na elipsoidzie ziemskiej wszystkie trapezy elipsoidalne trapezami płaskiemi otrzymuje się *wielościan* (rys. 30).

Płaszczyzny tego wielościanu służą za płaszczyzny odwzorowania powierzchni poszczególnych trapezów elipsoidalnych, które odwzorowuje się kolejno i niezależnie jeden od drugiego. Przy odwzorowaniu zatem danego obszaru otrzymuje się tyle oddzielnych arkuszy mapy, ile trapezów o przyjętych wymiarach zawiera obszar. Te zaś wymiary obiera się w ten sposób, aby w skali mapy trapez mieścił się na arkuszu papieru, dogodnym do używania i przechowywania. W związku z tem trapezy na powierzchni matematycznej ziemi obiera się tem większe, im mniejsza jest skala mapy.

Dla arkuszy mapy w skali 1 : 25 000 przyjęto u nas wymiary, odpowiadające 10′ długości i 5′ szerokości geograficznej; dla arkuszy mapy w skali 1 : 300 000 — wymiary, odpowiadające 2° długości i 1° szerokości geograficznej.

Zagadnienie odwzorowania trapezu elipsoidalnego przedstawia się następująco.

Ze względu na niewielkie wymiary trapezu elipsoidalnego można, bez żadnego praktycznego uszczerbku dla dokładności, uważać powierzchnię trapezu elipsoidalnego za powierzchnię trapezu kulistego o promieniu R_0, równym średniemu promieniowi krzywizny elipsoidy w środkowym punkcie trapezu, lub nawet średniemu promieniowi ziemi $R = 6\,370$ km.

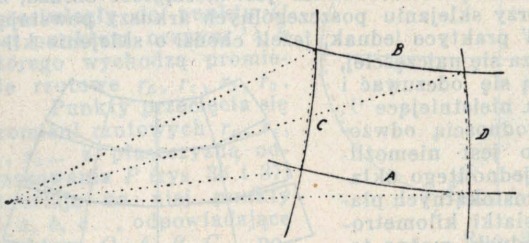
Każdy zatem trapez elipsoidalny można rzutować na płaszczyznę, przechodzącą przez jego wierzchołki, promieniami, wychodzącemi że środka kuli o promieniu R_0 lub R, a, ze względu na bardzo niewielkie wymiary trapezu w porównaniu z długością promienia ziemi, poszczególne promienie rzutowe można uważać za równoległe do siebie.

Przy tem rzutowaniu boki C i D trapezu elipsoidalnego odwzorowują się w postaci linij prostych c i d (rys. 31), a podstawy A i B w postaci linij krzywych a i b (rys. 32), bardzo zbliżonych do łuków kół.

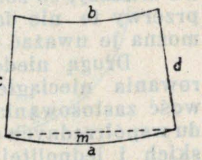
Boki c i d są cięciwami łuków południka, odpowiadających bokom C i D trapezu elipsoidalnego. Przy trapezach o wymiarach, przyjętych dla arkuszy poszczególnych map, różnica długości łuków C i D i cięciw c i d jest nieznaczna; wyrażona w skali mapy jest

ona mniejsza niż błąd graficzny [1]), wskutek czego za wymiary boków trapezu w odwzorowaniu można w praktyce przyjąć rzeczywiste wymiary boków trapezów na elipsoidzie.

Podstawy a i b trapezów można uważać praktycznie za łuki kół, których promień, a stąd i krzywizna podstaw, zależy od wielkości trapezu i od szerokości geograficznej.



Rys. 31.

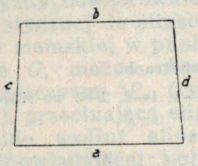


Rys. 32.

Przy trapezach o wymiarach przyjętych dla arkuszy mapy w skali 1 : 25 000, strzałka m krzywizny podstaw (rys. 32) w granicach Polski nie przekracza 3,5 m [2]), czyli 0,14 mm w skali 1 : 25 000. Jest to wartość prawie nieuchwytna przy kreśleniu, wskutek czego w praktyce można uważać podstawy a i b za linje proste tej samej długości, co łuki A i B (rys. 33).

Przy trapezach o wymiarach przyjętych dla arkuszy map w mniejszej skali, krzywizna podstaw jest większa [3]) wobec czego należy ją uwzględnić [4]).

Z powyższego wynika, że w dużych skalach (1 : 10 000, 1 : 25 000) trapezy elipsoidalne odwzorowuje się w *praktyce* w postaci trapezów prostolinjowych (rys. 33), w małych zaś skalach (1 : 100 000, 1 : 300 000) w postaci trapezów o bokach prostolinjowych i podstawach krzywolinjowych, które są łukami kół (rys 32).



Rys. 33.

Wykreślenie trapezów wykonywa się przeważnie z pomocą tabel, dających wyliczone już wymiary podstaw a i b oraz boków c i d trapezów, stosownie do przyjętej skali i wielkości trapezów.

---

[1]) Przy trapezie o wymiarach przyjętych dla mapy w skali 1 : 300 000, różnica ta wynosi 7,5 m, czyli 0,025 mm w skali mapy. Przy trapezach o wymiarach przyjętych dla map w większej skali, różnica ta jest jeszcze mniejsza.

[2]) W granicach obszaru Polski strzałkę m krzywizny podstawy a trapezu można obliczać z wystarczającem przybliżeniem zapomocą wzoru:

$m = \frac{a}{3}$, w którym a jest wyrażone w *kilometrach* a m w *metrach*.

[3]) W skali 1 : 100 000 strzałka m wynosi średnio 30 m w granicach obszaru Polski, czyli 0,3 mm w skali mapy. W skali 1 : 300 000 strzałka m wynosi średnio 470 m, czyli około 1,5 mm w skali mapy.

[4]) W granicach obszaru Polski wartości m_1, m_2, m_3, odpowiadające krzywiznie podstawy (rys. 31), można bardzo łatwo obliczyć zapomocą wzoru.

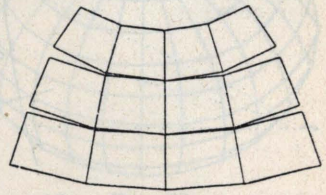
63. Zniekształcenie.

Zniekształcenia kątów i odległości powstające w odwzorowaniu wielościennem są tak nieznaczne, że *mapy w ten sposób sporządzone można uważać za wolne od wszelkiego zniekształcenia.*

64. Zalety i niedogodności odwzorowania wielościennego.

Zaletami odwzorowania wielościennego są *prostota i dokładność.*

Ujemną zaś stroną odwzorowania jest *nieciągłość* obrazu, z której wynika, że przy sklejaniu poszczególnych arkuszy powstają przerwy (rys. 35). W praktyce jednak, jeżeli chodzi o sklejenie kilku arkuszy, co zdarza się najczęściej, przerwy te nie dają się odczuwać i można je uważać za nieistniejące [1]).



Rys. 35.

Drugą niedogodnością odwzorowania nieciągłego jest niemożliwość zastosowania jednolitego układu współrzędnych prostokątnych płaskich i jednolitej siatki kilometrowej. W praktyce jednak można temu zaradzić, wykreślając na arkuszach mapy w odwzorowaniu wielościennem siatkę kilometrową z odwzorowania ciągłego, np. z odwzorowania Roussilhe'a (pkt. 79). Takie właśnie rozwiązanie stosuje się u nas. Daje to możność zachowania korzyści jednolitej siatki kilometrowej przy wyzyskaniu posiadanego materjału kartograficznego w odwzorowaniu wielościennem.

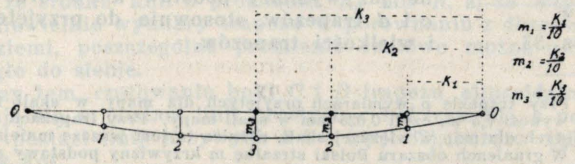
3. Odwzorowanie Roussilhe'a.

65. Zasada odwzorowania Roussilhe'a.

Odwzorowanie Roussilhe'a można przedstawić *geometrycznie* jako rzut perspektywiczny powierzchni ziemi na płaszczyznę, uskuteczniony jak na rysunku 36.

$m = \frac{K^2}{10}$, w którym m jest wyrażone w metrach, a w kilometrach.

Znając wartość m_1, m_2, m_3, i uważając odcinki 0—1, 1—2, 2—3 za linje proste, można łatwo wykreślić podstawę.



Rys. 34.

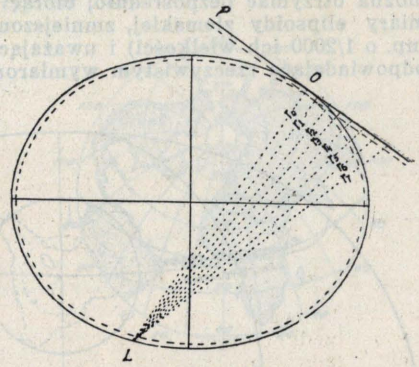
[1]) Niezależnie zresztą od rodzaju odwzorowania trudno osągnąć dokładnej sklejenie arkuszy z powodu odkształcenia papieru, które nie jest jednakowe w poszczególnych arkuszach, a nawet w ich częściach. Dlatego też pomiary graficzne na sklejonych arkuszach są niedokładne.

Punkt O jest mniej więcej punktem środkowym odwzorowywanego obszaru.

Linja $O\,L$ jest linją pionu przechodzącą przez punkt O; płaszczyzna odwzorowania P jest prostopadła do linji $O\,L$.

Punkt L średnicowo przeciwległy do punktu O jest punktem ocznym [1]), z którego wychodzą promienie rzutowe r_0, r_1, r_2, r_3.

Punkty przecięcia się promieni rzutowych r_0, r_1, r_2, r_3... z płaszczyzną odwzorowania P (rys. 36 i 37) określają na niej punkty O, a, b, c.., odpowiadające punktom O, A, B, C... powierzchni elipsoidy.

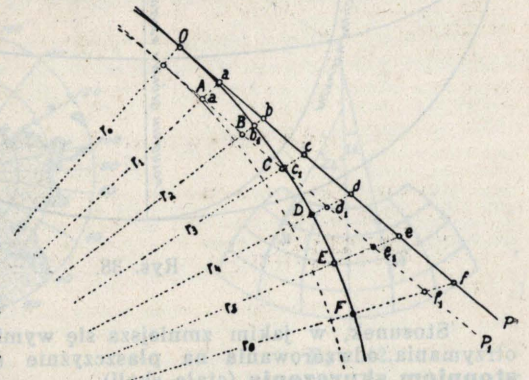


Rys. 36.

Punkt O nazywa się **punktem głównym** odwzorowania, południk przechodzący przez ten punkt—**południkiem głównym** odwzorowania a równoleżnik przechodzący przez ten sam punkt **równoleżnikiem głównym** odwzorowania.

Do odwzorowania obszaru Polski obrano południk główny o długości geograficznej $\lambda_0 = 22^0$ od Greenwich i równoleżnik główny o szerokości geograficznej $\varphi_0 = 52^0$ (rys. 38).

Zamiast płaszczyzny odwzorowania P, stycznej do elipsoidy ziemskiej w punkcie O, można obrać płaszczyznę P_1 (rys. 37), przecinającą elipsoidę wzdłuż elipsy, odpowiadającej kołu, zakreślonemu dowolnym promieniem z punktu O jako środka (rys. 38).

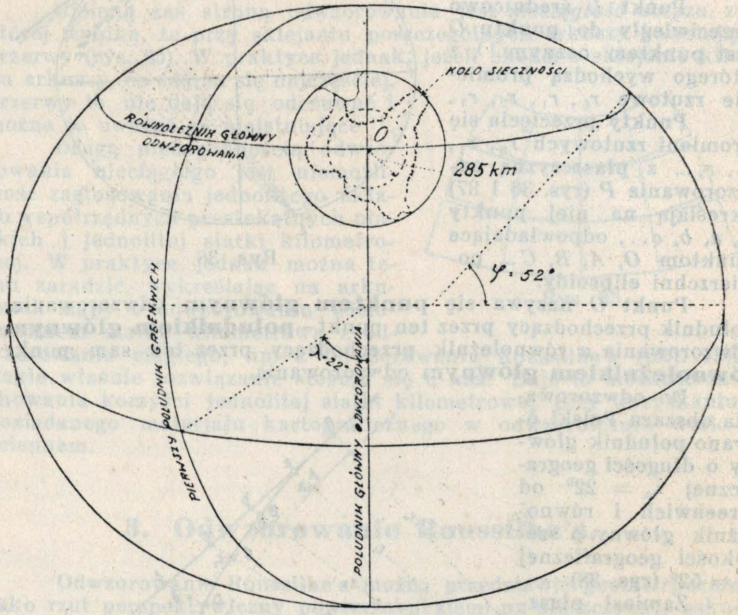


Rys. 37.

Przy tem położeniu płaszczyzny odwzorowania, punktom A, B, C... (rys. 37) powierzchni elipsoidy, odpowiadają punkty a_1, b_1, c_1...; odwzorowanie to, zwane odwzorowaniem na płaszczyźnie siecznej, odpowiada odwzorowaniu na płaszczyźnie stycznej do elipsoidy nieco zmniejszonej.

[1]) Rzut kartograficzny, w którym punkt oczny zajmuje takie położenie, nazywa się **rzutem stereograficznym.**

Wynika z tego, że odwzorowanie na płaszczyźnie siecznej można otrzymać bezpośrednio, biorąc za podstawę do obliczeń wymiary elipsoidy ziemskiej, zmniejszone o pewną dowolną wartość (np. o 1/2000 ich wielkości) i uważając otrzymane odwzorowanie za odpowiadające rzeczywistym wymiarom elipsoidy.



Rys. 38.

Stosunek, w jakim zmniejsza się wymiary elipsoidy w celu otrzymania odwzorowania na płaszczyźnie siecznej, nazywa się **stopniem skurczenia** (stałą skali).

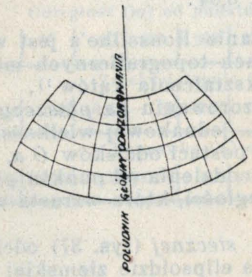
Do odwzorowania obszaru Polski obrano stopień skurczenia równy 1/2000 = 0,0005, a w związku z tem przyjęto za podstawę do obliczania odwzorowania wymiary elipsoidy mniejsze niż rzeczywiste a i b o 0,0005 ich wartości, czyli równe $a \times 0{,}9995$ i $b \times 0{,}9995$.

Przy takiem skurczeniu otrzymano koło sieczności, o promieniu 285 km zakreślone z punktu głównego odwzorowania O (rys. 38).

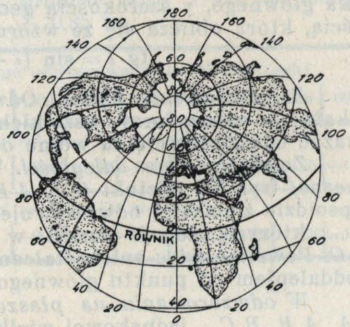
66. Obraz południków i równoleżników.

W odwzorowaniu południk główny przedstawia się w postaci linji prostej (rys. 38 i 39), pozostałe zaś południki oraz wszystkie

równoleżniki przedstawiają się w postaci linij krzywych, bardzo zbliżonych do łuków kół [1] (rys. 39 i 40).



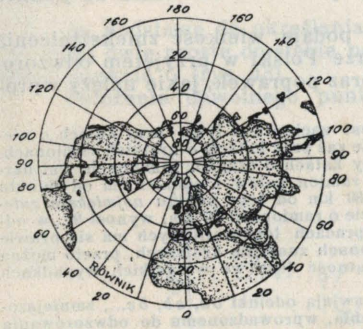
Rys. 39.



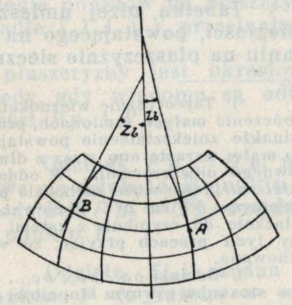
Rys. 40.

67. Zbieżność południków.

Kąt, jaki styczna do dowolnego południka w danym punkcie tworzy z południkiem głównym odwzorowania, nazywa się kątem zbieżności południków lub krótko **zbieżnością południków** Zb (rys. 42).



Rys. 41.



Rys. 42.

Wartość zbieżności południków w danym punkcie zależy od długości i szerokości geograficznej; oblicza się ją zapomocą wzoru:

$$\operatorname{tg} Zb = \frac{\sin(\lambda - 22^0)\,\dfrac{(\sin 52^0 + \varphi)}{2}}{\cos^2 l}\ ,$$ [2]

---

[1]) Rysunek 40 przedstawia postać południków i równoleżników w odwzorowaniu półkuli ziemskiej z punktem głównym Greenwich.
W odwzorowaniu na płaszczyźnie prostopadłej do osi ziemi, wszystkie południki przedstawiają się w postaci linij prostych, rozchodzących się promieniście z jednego punktu, równoleżniki zaś w postaci kół współśrodkowych (rys. 41).

[2]) Wyraz $\cos^2 l$ nie ma wielkiego znaczenia i w praktyce można go odrzucić przy obliczaniu zbieżności południków dla potrzeb topograficznych. Ponadto drugi wzór praktyczny jest podany w punkcie 82.

w którym λ jest długością geograficzną danego miejsca, 22° długością geograficzną południka głównego, 52° szerokością równoleżnika głównego, φ szerokością geograficzną danego miejsca i l wartością, którą oblicza się ze wzoru:

$$\operatorname{tg} l = \sin(\lambda - 22^0) \cdot 0{,}64 .$$

68. Zniekształcenie.

Zniekształcenie kątów. Odwzorowanie Roussilhe'a jest wiernokątne, a zatem przy wszelkich pracach topograficznych można uważać odwzorowanie za wolne od zniekształcenia kątów [1].

Zniekształcenie odległości. W odwzorowaniu *na płaszczyźnie stycznej* (rys. 37) odcinki OA, AB, CD... jednakowej wielkości na elipsoidzie ziemskiej odwzorowuje się w postaci odcisków Oa, ab, bc..., których długość wzrasta w miarę oddalenia od punktu głównego O. Powstaje więc zniekształcenie odległości, które wzrasta wraz z oddaleniem od punktu głównego.

W odwzorowaniu na płaszczyźnie siecznej (rys. 37) odcinki OA, AB, BC... jednakowej wielkości na elipsoidzie ziemskiej odwzorowuje się w postaci odcinków oa_1, a_1b_1, b_1c_1... [2]), które zależnie od tego, czy leżą wewnątrz koła siecznośći, czy też nazewnątrz tego koła, są krótsze lub dłuższe niż odcinki AB, BC, CB... Wynika z tego, że wewnątrz koła siecznośći zniekształcenie odległości ma odwrotny znak niż zniekształcenie nazewnątrz tego koła.

Wielkość zniekształcenia odległości w danem miejscu odwzorowania Roussilhe'a zależy wyłącznie od oddalenia od punktu głównego odwzorowania.

Tabelka niżej umieszczona podaje wielkość zniekształcenia odległości, powstającego na obszarze Polski w przyjętem odwzorowaniu na płaszczyźnie siecznej [3]) oraz poprawek, jakie należy wprowadzić przy ścisłych obliczeniach odległości. Poprawka ta jest podana na nowowydanych arkuszach mapy szczegółowej 1 : 25 000 i 1 : 10 000, w następującej postaci: *długość boku kratki odpowiada w terenie 1 km ± N metrów*, np. + 0,85 m.

Odległość (m) od punktu głównego odwzorowania (w kilometrach)													
0	50	100	150	200	250	285	300	350	400	450	500	550	600
Zniekształcenie (e) odległości na 1 km (w metrach)													
−0,50	−0,48	−0,44	−0,36	−0,25	−0,12	0	+0,05	+0,25	+0,48	+0,75	+1,04	+1,36	+1,71
Poprawka (e_1) odległości na 1 km (w metrach)													
+0,50	+0,48	+0,44	+0,36	+0,25	+0,12	0	−0,05	−0,25	−0,48	−0,75	−1,04	−1,36	−1,71

[1]) Teoretycznie wiernokątność jest zachowana tylko przy kątach o nieskończenie małych ramionach, praktycznie zaś przy kątach o krótkich ramionach. Jednakże zniekształcenie powstające przy kątach o długich ramionach jest bardzo małe; wzrasta ono wraz z długością ramion kątów i oddaleniem od punktu głównego odwzorowania. W oddaleniu 180 km od tego punktu *największe zniekształcenie*, jakie może zachodzić przy kącie o ramionach 20 km, wynosi 9″, w oddaleniu zaś 560 km 29″. Ponieważ przy pracach topograficznych ma się prawie wyłącznie do czynienia z kątami o ramionach znacznie krótszych, przeto można przy tych pracach przyjąć, że wiernokątność jest we wszystkich wypadkach zachowana.

[2]) Odcinki oa_1, ab_1, bc_1... przedstawiają odcinki oa, ab, bc..., zmniejszone w stosunku równym stopniowi skurczenia, wprowadzonemu do odwzorowania siecznego.

[3]) Wielkość tego zniekształcenia jest wypadkową zniekształcenia powstającego w odwzorowaniu na płaszczyźnie stycznej i wprowadzonego stopnia skurszenia $\frac{1}{2000} = 0{,}0005$; współczynnik zniekształcenia μ w danem miejscu oblicza się zapomocą wzoru:

$$\mu = 0{,}9995 \frac{m^2}{4R_0^2} - 0{,}0005 ,$$

w którym m jest odległością w metrach od punktu głównego odwzorowania, R_0 promieniem średniej krzywizny powierzchni elipsoidy ziemskiej w tym punkcie. $R_0 = 6\,379\,340$ m.

Ze znikomym błędem można obliczyć w metrach *zniekształcenie e na 1 km* zapomocą wzoru uproszczonego:

$$e = \frac{m^2}{16} - 0{,}5 ,$$

w którym m jest odległością od punktu głównego odwzorowania, wyrażoną *w setkach kilometrów*, a 16 zaokrągloną wartością $\frac{4R_0^2}{10^{12}}$.

Rozkład zniekształcenia odległości na obszarze Polski uwidocznia mapka umieszczona na załączniku.

ROZDZIAŁ C.

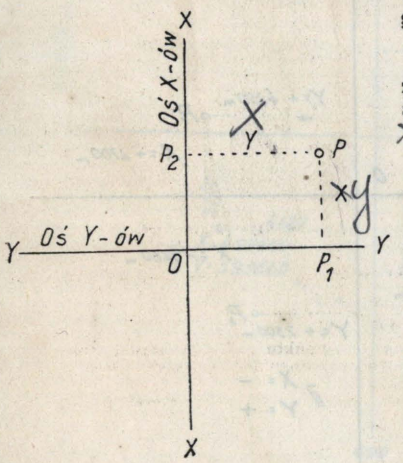
OKREŚLANIE POŁOŻENIA PUNKTÓW NA PŁASZCZYŹNIE.

1. Współrzędne prostokątne.

69. Podstawa do określania punktów na płaszczyźnie.

Za podstawę do określania położenia punktów na płaszczyźnie służą dwie proste do siebie prostopadłe XX i YY, przecinające się w punkcie O (rys. 43).

Położenie dowolnego punktu P płaszczyzny jest określone wtedy, gdy wiadome są odległości Pp_1 i Pp_2.



Rys. 43.

70. Odcięta i rzędna punktu.

Odcinek $Pp_1 = Op_2$ nazywa się **odciętą** punktu P, a odcinek $Pp_2 = Op_1$ **rzędną** punktu P.

71. Współrzędne prostokątne.

Odcięta X i rzędna Y punktu P (wyrażone w metrach) stanowią jego **współrzędne prostokątne.**

Współrzędne prostokątne danego punktu P oznacza się:

$X_P = 167\,235$ m
$Y_P = 342\,640$ m

lub

$P: X = 167\,235$ m
$Y = 342\,640$ m.

Różnicę między odciętemi dwóch punktów oznacza się literami ΔX = tylu metrom, np. $\Delta X = 7\,415$ m; różnicę między rzędnemi oznacza się literami ΔY = tylu metrom, np. $\Delta Y = 2\,682$ m.

UWAGA. Odrzucając w każdej ze współrzędnych X i Y cyfry, wyrażające metry i dekametry, oraz cyfrę, wyrażającą setki kilometrów, i dołączając liczbę pozostałą w Y do liczby pozostałej w X, otrzymuje się liczbę sześciocyfrową, którą nazywa się **współrzędnemi skróconemi.** Jeżeli dwie ostatnie cyfry (dekametry i metry), odrzucone w X lub Y stanowią liczbę większą niż 50 m, powiększa się cyfrę hektometrów o 1. Przykłady daje tabelka obok umieszczona.

Współrzędne całkowite	Współrzędne skrócone
$X = 537\,325$ $Y = 452\,817$	373 528
$X = 537\,382$ $Y = 452\,817$	374 528
$X = 537\,382$ $Y = 452\,856$	374 529

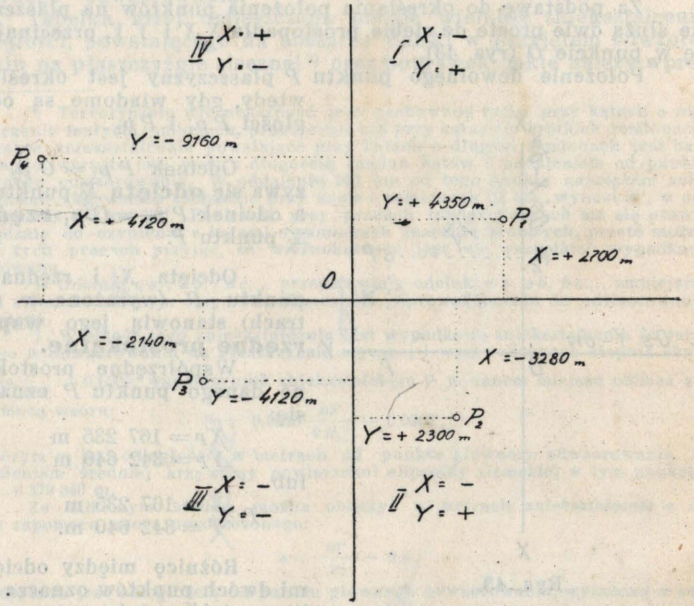
72. **Początek układu współrzędnych i osie współrzędnych.**

Punkt O nazywa się **początkiem układu współrzędnych** lub **punktem początkowym układu współrzędnych.**

Linje proste XX i YY nazywa się **osiami współrzędnych**: prosta XX jest osią odciętych, czyli **osią X-ów;** prosta YY osią rzędnych, czyli **osią Y-ów.**

73. **Określanie położenia punktów w ćwiartkach.**

Aby móc określić położenie punktów znajdujących się nietylko w pierwszej ćwiartce, lecz także w każdej z trzech pozostałych ćwiartek, współrzędne liczy się dodatnio lub ujemnie. Odcięte X liczy się dodatnio nad osią X-ów, ujemnie pod osią Y-ów. Rzędne Y liczy się dodatnio w prawo od osi X-ów, ujemnie w lewo.



Rys. 44.

W związku z tem współrzędne punktów P_1, P_2, P_3 i P_4, leżących w różnych ćwiartkach (rys. 44), oznacza się:

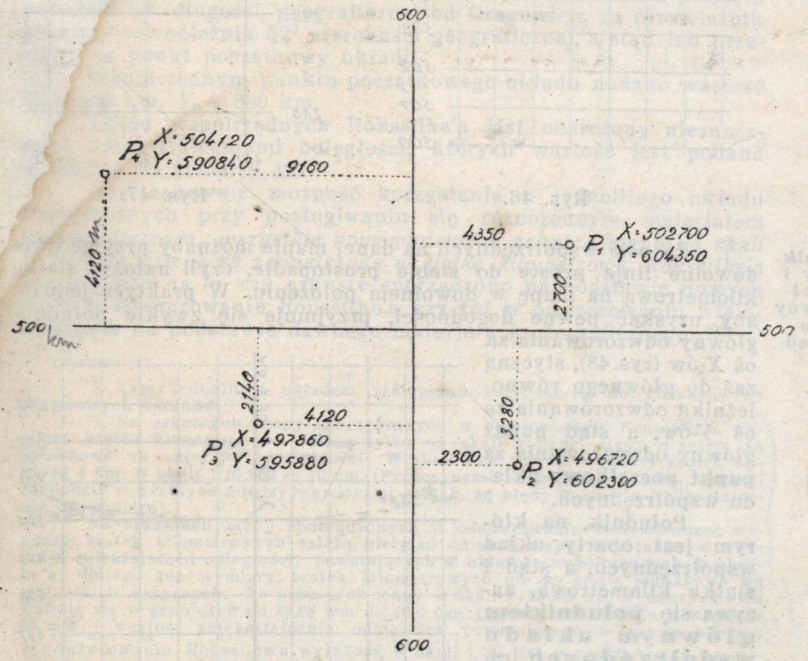
$X_{P_1} = +2\,700$ m $Y_{P_1} = +4\,350$ m
$X_{P_2} = -3\,280$ m $Y_{P_2} = +2\,300$ m
$X_{P_3} = -2\,140$ m $Y_{P_3} = -4\,120$ m
$X_{P_4} = +4\,120$ m $Y_{P_4} = -9\,160$ m

74. **Usunięcie znaków współrzędnych.**

Aby uniknąć liczb ujemnych, a przez to potrzeby używania znaków przy wyrażaniu współrzędnych i obliczeniach, obiera się dowolne wartości odciętej X_0 i rzędnej Y_0, jako współrzędne początku układu tak, żeby były większe niż odległość, do której ma sięgać układ w kierunku zachodnim i południowym.

Przyjmując np. wartości $X_0 = 500$ km i $Y_0 = 600$ km [1] za współrzędne początku układu, przedstawionego na rysunku 45, i określając współrzędne punktów P_1, P_2, P_3 i P_4, otrzymuje się następujące współrzędne:

$X_{P_1} = 502\,700$ m $Y_{P_1} = 604\,350$ m
$X_{P_2} = 496\,720$ m $Y_{P_2} = 602\,300$ m
$X_{P_3} = 497\,860$ m $Y_{P_3} = 595\,880$ m
$X_{P_4} = 504\,120$ m $Y_{P_4} = 590\,840$ m



Rys. 45.

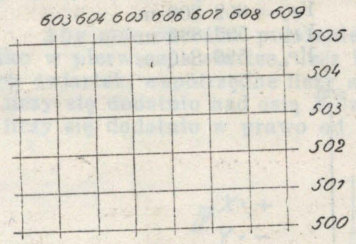
[1]) Wartości te przyjęto za początek jednolitego układu współrzędnych dla całego obszaru Polski.

2. Siatki kilometrowe.

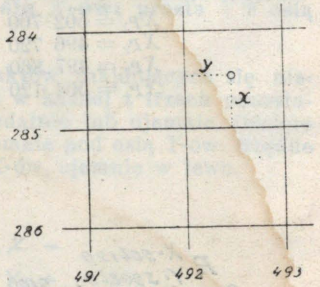
75. Siatka kilometrowa.

Układ współrzędnych prostokątnych stanowi podstawę do rozwiązywania wszelkich zagadnień nowoczesnego strzelania artylerji, zarówno przy zadaniach opartych wyłącznie na pomiarach i obliczeniach, jak i przy zadaniach opartych częściowo na pomiarach i częściowo na danych mapy, czy też wyłącznie na mapach.

Celem ułatwienia określania współrzędnych są wykreślone na mapach w dużej skali linje równoległe do osi X-ów i Y-ów, w odstępach odpowiadających wartości 1 km w terenie. Linje te, tworzące **siatkę kilometrową,** są oznaczone liczbami wyrażającemi ich współrzędne w kilometrach (rys. 46). Z pomocą siatki kilometrowej można bardzo szybko określić współrzędne X i Y każdego punktu na mapie, mierząc uzupełnienie x odciętej i y rzędnej (rys. 47) i dodając je do współrzędnych lewego dolnego rogu kratki, w której leży dany punkt.



Rys. 46.

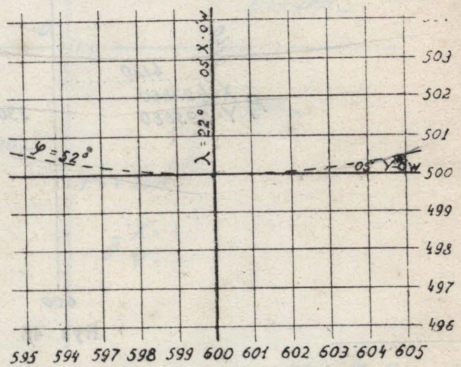


Rys. 47.

76. Południk główny i równoleżnik główny układu współrzędnych.

Za osie współrzędnych na danej mapie możnaby przyjąć dwie dowolne linje proste do siebie prostopadłe, czyli nałożyć siatkę kilometrową na mapę w dowolnem położeniu. W praktyce jednak, aby uzyskać pewne dogodności, przyjmuje się zwykle południk główny odwzorowania za oś X-ów (rys. 48), styczną zaś do głównego równoleżnika odwzorowania za oś Y-ów, a stąd punkt główny odwzorowania za punkt początkowy układu współrzędnych.

Południk, na którym jest oparty układ współrzędnych, a stąd i siatka kilometrowa, nazywa się **południkiem głównym układu współrzędnych** lub **południkiem głównym siatki kilometrowej.**



Rys. 48.

Podobnie równoleżnik, do którego oś Y-ów układu jest styczna, nazywa się **równoleżnikiem głównym układu współrzędnych** lub **równoleżnikiem głównym siatki kilometrowej.**

Takie zorjentowanie siatki ułatwia:

— określanie związku matematycznego między współrzędnemi geograficznemi i współrzędnemi prostokątnemi poszczególnych punktów;

— przeliczanie współrzędnych geograficznych na współrzędne prostokątne;

— obliczanie współrzędnych punktów przecięcia się linij siatki kilometrowej z południkami i równoleżnikami;

— wykreślanie siatki kilometrowej na poszczególnych arkuszach mapy.

77. Jednolity układ współrzędnych i jednolita siatka kilometrowa Roussilhe'a.

Ze względu na potrzeby artylerji przyjęto jednolity układ współrzędnych w odwzorowaniu Roussilhe'a, uzyskując przez to możność zastosowania jednolitej siatki kilometrowej na mapach. [1])

Jednolity ten układ nazywa się krótko **układem współrzędnych Roussilhe'a,** a siatka kilometrowa **siatką kilometrową Roussilhe'a.**

Za południk główny jednolitego układu Roussilhe'a przyjęto południk 22° długości geograficznej od Greenwich, za równoleżnik główny—równoleżnik 52° szerokości geograficznej, a stąd ich przecięcie za punkt początkowy układu.

Współrzędnym punktu początkowego układu nadano wartość $X_0 = 500$ km, $Y_0 = 600$ km.

Układ współrzędnych Roussilhe'a jest obarczony nieznacznemi zniekształceniami odległości, których wartość jest podana w tabelce na stronicy 42.

Aby zapewnić możność korzystania z jednolitego układu współrzędnych przy posługiwaniu się różnorodnym materjałem kartograficznym, *wszystkie nowowydawane arkusze mapy od skali 1:100 000 wzwyż są zaopatrzone w siatkę kilometrową Roussilhe'a bez względu na to,* czy arkusze sporządzono na podstawie nowych zdjęć w odwzorowaniu Roussilhe'a, czy też w odwzorowaniu wielościennem na podstawie dawnego materjału kartograficznego. [2])

---

[1]) Tym jednolitym układem zastąpiono cały szereg dotychczasowych miejscowych układów.

[2]) Na arkuszach mapy sporządzonych w *odwzorowaniu Roussilhe'a,* wymiary kratek kilometrowych zależą tylko od skali głównej mapy, a zatem są jednakowe na całej jej rozciągłości. W skali 1:25 000 np. wymiary kratek wynoszą 4 cm; w skali 1:10 000 — 10 cm. (Przyczynami nieznacznej różnicy, mogącej zachodzić w praktyce między wymiarami kratek, są błędy kreślenia i odkształcenia się papieru).

Na arkuszach mapy sporządzonych w *odwzorowaniu wielościennem,* wymiary kratek kilometrowych zależą nietylko od skali mapy, lecz także od wielkości zniekształceń odległości, powstających w układzie współrzędnych Roussilhe'a, dlatego też wymiary kratek kilometrowych nie są ściśle jednakowe na wszystkich arkuszach. Na arkuszach mapy w skali 1:25 000 np. wymiary kratek wahają się w granicach od 39,98 mm do 40,6 mm (teoretyczne wymiary wynoszą 40 mm + wartość zniekształcenia odległości, powstającego w danem miejscu w odwzorowaniu Roussilhe'a wyrażoną w skali 1:25 000; w praktyce zaś na rzeczywiste wymiary kratek wpływają jeszcze błędy kreślenia i odkształcenia się papieru).

Zarówno na arkuszach sporządzonych w odwzorowaniu wielościennem, jak i na arkuszach w odwzorowaniu Roussilhe'a boki kratek nie wszędzie odpowiadają ściśle 1 kilometrowi w terenie, lecz w istocie odpowiadają wartości waha-

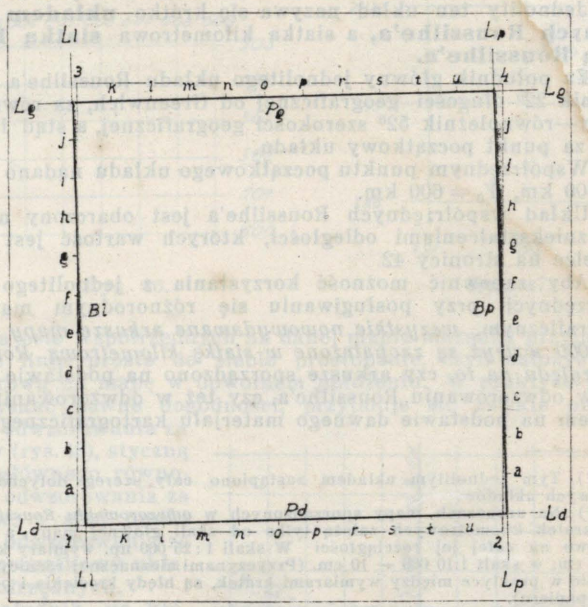
Oddziały artylerji powinny we własnym zakresie wykreślić siatkę kilometrową Roussilhe'a na arkuszach mapy bez siatki, lub z siatką odpowiadającą miejscowemu układowi współrzędnych.

78. Wykreślanie siatki kilometrowej na mapie.

Za podstawę do wykreślania siatki kilometrowej na arkuszu mapy służą współrzędne Roussilhe'a rogów 1, 2, 3 i 4 wewnętrznej ramki arkusza [1]) (rys. 49), czyli współrzędne X_1 i Y_1, X_2 i Y_2, X_3 i Y_3, X_4 i Y_4, np.:

$X_1 = 605\ 789{,}2$ m $\quad Y_1 = 364\ 674{,}0$ m
$X_2 = 605\ 259{,}2$ m $\quad Y_2 = 375\ 874{,}3$ m
$X_3 = 618\ 580{,}9$ m $\quad Y_3 = 365\ 294{,}3$ m
$X_4 = 618\ 152{,}2$ m $\quad Y_4 = 376\ 469{,}8$ m

Z wartości współrzędnych rogów arkusza ustala się współrzędne brzeżnych linij siatki dolnej Ld, górnej Lg, lewej Ll i prawej Lp, czyli współrzędne X_{Ld}, X_{Lg}, Y_{Ll}, Y_{Lp}, równe okrągłej ilości kilometrów.



Rys. 49.

[1]) Oddziały otrzymują współrzędne już obliczone albo też obliczają je z pomocą tabel współrzędnych prostokątnych Roussilhe'a, w zależności od współrzędnych geograficznych rogów arkusza.

jącej się w granicach od 999,5 m do 1001,5 m, zależnie od oddalenia punktu głównego odwzorowania. Wartość ta wynosi 1000 m ± wielkość zniekształcenia odległości, powstającego w układzie współrzędnych Roussilhe'a. Na każdym arkuszu mapy jest podana wartość poprawki odległości na 1 km, która pozwala uwzględniać łatwo i dokładnie zarówno zniekształcenie odległości, jak i odkształcenie papieru (patrz pkt. 239).

Ze współrzędnych podanych powyżej otrzymuje się:

$X_{Ld} = 606\ 000$ $\quad Y_{Ll} = 365\ 000$
$X_{Lg} = 618\ 000$ $\quad Y_{Lp} = 376\ 000$

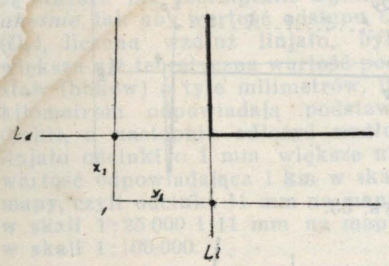
Obliczając różnice między współrzędnemi rogów arkusza i współrzędnemi linij brzeżnych, uzyskuje się wartości x_1 i y_1, x_2 i y_2, x_3 i y_3, x_4 i y_4, przedstawiające wartość odcinków, jakie należy odłożyć w skali mapy, od rogów arkusza na ramce, aby otrzymać punkty przecięcia się linji brzeżnych z ramką arkusza.

$x_1 = X_{Ld} - X_1$ $\quad y_1 = Y_{Ll} - Y_1$
$x_2 = X_{Ld} - X_2$ $\quad y_2 = Y_{Lp} - Y_2$
$x_3 = X_{Lg} - X_3$ $\quad y_3 = Y_{Ll} - Y_3$
$x_4 = X_{Lg} - X_4$ $\quad y_4 = Y_{Lp} - Y_4$

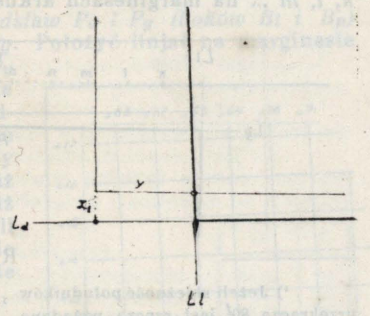
Z podanych powyżej współrzędnych otrzymuje się:

$x_1 = 606\ 000 - 605\ 789{,}2 = +210{,}8$ m, czyli $+\ 8{,}4$ mm w skali 1:25 000.
$x_2 = 606\ 000 - 605\ 259{,}2 = +740{,}8$ m, czyli $+29{,}6$ mm „ „
$x_3 = 618\ 000 - 618\ 580{,}9 = -580{,}9$ m, czyli $-23{,}2$ mm „ „
$x_4 = 618\ 000 - 618\ 152{,}2 = -152{,}2$ m, czyli $-\ 6{,}1$ mm „ „

$y_1 = 365\ 000 - 364\ 674{,}0 = +326{,}0$ m, czyli $+13{,}0$ mm „ „
$y_2 = 365\ 000 - 375\ 874{,}3 = +125{,}7$ m, czyli $+\ 5{,}0$ mm „ „
$y_3 = 365\ 000 - 365\ 294{,}3 = -294{,}3$ m, czyli $-11{,}8$ mm „ „
$y_4 = 376\ 000 - 376\ 469{,}8 = -469{,}8$ m, czyli $-18{,}8$ mm „ „



Rys. 50.



Rys. 51.

Wartość x_1, wyrażona w milimetrach, w skali mapy, jest to wartość, o jaką linja Ld przechodzi wyżej lub niżej niż róg 1 arkusza; jeżeli x_1 jest dodatni, linja Ld przechodzi wyżej niż róg 1, jeżeli x_1 jest ujemny przechodzi niżej.

Podobnie wartość x_2 jest to wartość, o jaką linja Ld przechodzi wyżej lub niżej niż róg 2 arkusza mapy.

Aby więc wykreślić linję Ld, należy (rys. 50):

— odłożyć od rogu 1 wartość x_1 w milimetrach na boku ramki wgórę, jeżeli x_1 jest dodatni; wdół zaś na przedłużeniu boku ramki, jeżeli x_1 jest ujemny (rys. 51);

— odłożyć od rogu 2 wartość x_2 w milimetrach na boku

ramki wgórę, jeżeli x_2 jest dodatni; wdół zaś na przedłużeniu boku ramki, gdy x_2 jest ujemny;

— wykreślić linję prostą przez końce odcinków odłożonych z rogów 1 i 2. [1])

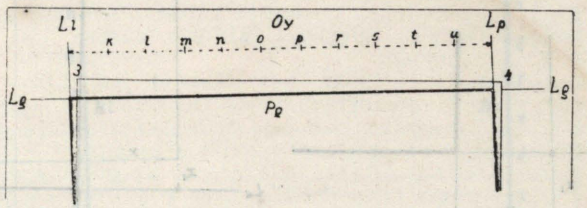
Postępując w podobny sposób z wartościami x_3 i x_4, y_1 i y_3 oraz y_2 i y_4, wykreślić kolejno linje L_g, L_l i L_p.

Zależnie od oddalenia od południka głównego siatki (22°) linje L_d, L_g, L_l i L_p mogą się przeciąć z ramką arkusza lub też nie. Należy sprawdzić, czy tworzą one prostokąt oraz, czy linje L_l i L_p tworzą z ramką arkusza (czyli z południkiem geograficznym) kąt równy zbieżności południków (pkt. 81).

Aby wykreślić poziome (pionowe) linje siatki, należy podzielić podstawę P_d i P_g (boki B_l B_d) prostokąta na tyle równych części, ile zawierają kilometrów, a następnie połączyć prostemi punkty $a-a$, $b-b$, $c-c$ ... dokonanego podziału.

Z powodu odkształcenia papieru [2]) i zniekształceń odległości, zachodzących w odwzorowaniu Roussilhe'a [3]) rzeczywista długość podstaw P_d i P_g oraz boków B_l i B_p prostokąta na mapie może się różnić od ich teoretycznej długości, t. zn. od wartości, jakiej w skali mapy odpowiada ilość kilometrów, przypadająca podstawom i bokom prostokąta podług współrzędnych.

Aby uwzględnić odkształcenie papieru oraz zniekształcenie odległości w odwzorowaniu i uwolnić się zarazem od niedogodności odszukiwania punktów na tle rysunkowem mapy, należy przy wykreślaniu siatki zapomocą linjału oznaczyć punkty a, b, c, d, e ... k, l, m ... na marginesach arkusza w sposób następujący:

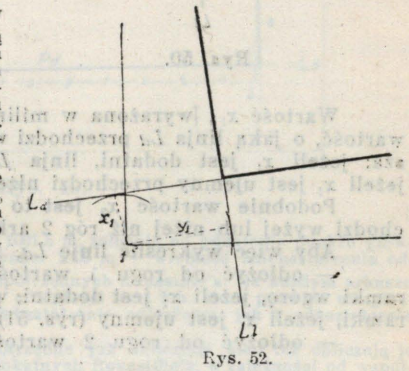


Rys. 53.

[1]) Jeżeli zbieżność południków przekracza 80′ jest rzeczą pożądaną ze względu na dokładność, zwłaszcza przy wykreślaniu siatki na arkuszach mapy w skali 1:25 000, zakreślać z rogów arkusza łuki koła o promieniu równym x_1 i y_1 (rys. 52) x_2 i y_2, ... i wykreślać brzeżne linje siatki stycznie do otrzymanych łuków.

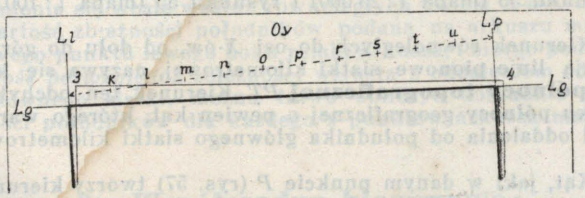
[2]) Rozszerzenie lub skurczenie się papieru może dochodzić do 0.8 % wymiarów arkusza, czyli do około 3 mm na arkuszu 40×40 cm; rozszerzenie lub skurczenie może być niejednakowe w różnych kierunkach i stąd powstaje odkształcenie papieru.

[3]) W granicach obszaru Polski zniekształcenie waha się w granicach od 0 do ± 0,15 %, czyli w granicach od 0 do 0,6 mm na arkuszu 40×40 cm.



Rys. 52.

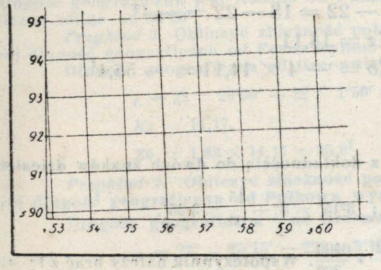
1) *Rzeczywiste wymiary podstaw P_d i P_g (boków B_l i B_p) zgadzają się z ich teoretycznemi wymiarami* (rys. 53). Położyć linjał na marginesie *równolegle* do podstaw (boków), tak aby wartość odstępu O_y (O_x), liczona wzdłuż linjału, wynosiła tyle, co teoretyczna długość podstaw (boków), a następnie odłożyć wzdłuż linjału jednakowe odcinki odpowiadające 1 km w skali mapy, czyli odcinki 4 cm na mapie w skali 1 : 25 000, a odcinki 1 cm na mapie w skali 1 : 100 000.



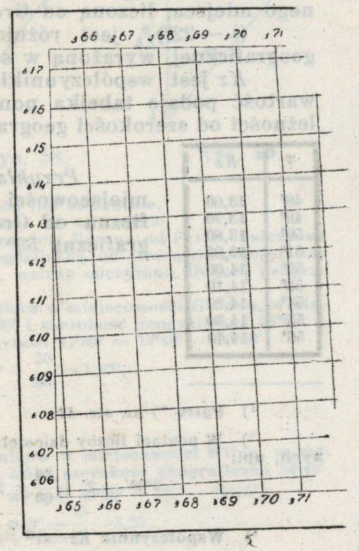
Rys. 54.

2) *Rzeczywiste wymiary podstaw P_d i P_g (boków B_l i B_p) są krótsze niż teoretyczne wymiary* (rys. 54) Położyć linjał na marginesie, *nieco ukośnie* tak, aby wartość odstępu O_y (O_x), liczona wzdłuż linjału, wynosiła tyle, co teoretyczna długość podstaw (boków), a następnie odłożyć wzdłuż linjału odcinki odpowiadające 1 km w skali mapy, jak w 1).

3) *Rzeczywiste wymiary podstaw P_d i P_g (boków B_l i B_p) są dłuższe niż teoretyczne wymiary.* Położyć linjał na marginesie *ukośnie*, tak aby wartość odstępu O_y (O_x), liczona wzdłuż linjału, była większa niż teoretyczna wartość podstaw (boków) o tyle milimetrów, ilu kilometrom odpowiadają podstawy (boki), a następnie odłożyć wzdłuż linjału odcinki o 1 mm większe niż wartość odpowiadająca 1 km w skali mapy, czyli odcinki 41 mm na mapie w skali 1:25 000 i 11 mm na mapie w skali 1:100 000.



Rys. 55.



Rys. 56.

Punkty podziału *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ... *k*, *l*, *m* ... należy naznaczyć za pomocą nóżki cyrkla, nakłuwając je zlekka. W celu zaś ułatwienia odszukiwania tych punktów przy wykreślaniu linij siatki, należy zapomocą ołówka otoczyć kółkiem te punkty, które się odnoszą do linji *X*-ów, trójkątem zaś te, które się odnoszą do linji *Y*-ów.

Pracę przygotowawczą należy wykonać twardym ołówkiem, a linje siatki wykreślić tuszem.

Oznaczenie liczbowe linij siatki należy wypisać tuszem, jak na rysunku 56 (mapa 1 : 25 000) i rysunku 55 (mapa 1 : 100 000).

79. Północ topograficzna.

Kierunek równoległych do osi *X*-ów, od dołu do góry, który określają linje pionowe siatki kilometrowej, nazywa się **kierunkiem północy topograficznej** *PT*. Kierunek ten odchyla się od kierunku północy geograficznej o pewien kąt, którego wartość zależy od oddalenia od południka głównego siatki kilometrowej.

80. Zbieżność południków.

Kąt, jaki w danym punkcie *P* (rys. 57) tworzy kierunek północy geograficznej *PG* (t. j. styczna do południka w punkcie *P*) z kierunkiem północy topograficznej *PT*, nazywa się **zbieżnością południków** *Zb*.

81. Obliczanie zbieżności południków.

W układzie współrzędnych Roussilhe'a wartość zbieżności południków w danem miejscu oblicza się bezpośrednio w *tysięcznych* zapomocą wzoru:

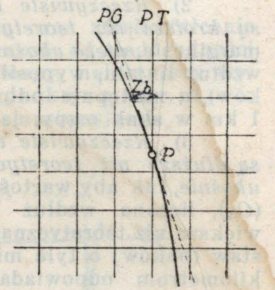
$$Zb = (\lambda - 22^0)^0 \,.\, Kz$$

w którym:

λ jest długością geograficzną danego miejsca, liczoną od Greenwich, [1])

$(\lambda - 22^0)^0$ jest różnicą długości geograficznej, wyrażoną w stopniach, [2])

Kz jest współczynnikiem, którego wartość podaje tabelka poniższa w zależności od szerokości geograficznej φ. [3])



Rys. 57.

φ	*Kz*
48°	13,60
49°	13,70
50°	13,80
51°	13,90
52°	14,00
53°	14,10
54°	14,20
55°	14,30
56°	14,40

Przykład. Obliczyć zbieżność południków dla miejscowości Bydgoszcz, w której długość geograficzna od Greenwich wynosi 18°, a szerokość geograficzna 53° 7′.

$$\lambda - 22 = 18 - 22 = -4^0$$
$$Kz = 14{,}11$$
$$Zb = -4 \times 14{,}11 = -56{,}4^t.$$

[1]) Patrz *) na str. 41.

[2]) W postaci liczby dziesiętnej z dokładnością do dwóch znaków dziesiętnych, np.:

$$2°30' = 2° + \frac{30}{60} = 2{,}50°; \quad 3°15' = 3° + \frac{15}{60} = 3{,}25°.$$

[3]) Współczynnik $Kz = \sin\frac{\varphi + 52°}{2} \cdot \frac{6400}{360}$. Współczynnik należy brać z tabelki z dokładnością do dwóch znaków dziesiętnych, interpolując w razie potrzeby.

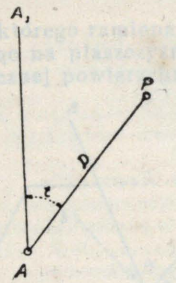
Wartość zbieżności południków, odpowiadająca środkowemu punktowi lewego boku ramki arkusza mapy, jest podana na lewym marginesie nowowydawanych arkuszy wraz z rysunkiem, uwidoczniającym wzajemne położenie kierunków północy geograficznej i północy topograficznej.

Z wystarczającem zupełnie przybliżeniem *można przyjąć*, że w *granicach jednego arkusza mapy*, wartość zbieżności południków zmienia się wzdłuż równoległych do osi *Y*-ów [1]) o $0{,}2^t$ na 1 km i nie zmienia się wcale wzdłuż równoległych do osi *X*-ów. [2]) Mając więc wartość zbieżności południków podaną na arkuszu mapy dla środkowego punktu lewego boku ramki arkusza, i biorąc pod uwagę, że *wartość bezwzględna* zbieżności wzrasta z oddaleniem od południka głównego siatki, można łatwo obliczyć dokładnie wartość zbieżności południków dla każdego z punktów arkusza mapy.

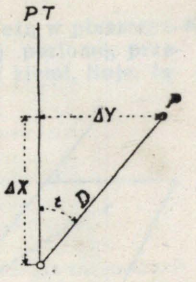
3. Współrzędne biegunowe.

82. Określanie współrzędnych biegunowych.

Jeżeli przez dany punkt *A* płaszczyzny jest wykreślona linja *A* A_1 (rys. 58), położenie dowolnego punktu *P* w stosunku do *A* można określić przez odległość *D* między temi punktami i kąt *t*, jaki tworzy linja *A P* z linją *A* A_1. Kąt *t* i odległość *D* stanowią **współrzędne biegunowe** punktu *P* w stosunku do punktu *A*. Kierunek *A* A_1 nazywa się **kierunkiem odniesienia**, a odcinek *A P* **promieniem wodzącym.**



Rys. 58.



Rys. 59.

Współrzędne biegunowe, jakie otrzymuje się przy obraniu kierunku północy topograficznej za kierunek odniesienia (rys. 59), nazywa się **topogra-**

[1]) To znaczy w kierunku zachód-wschód lub odwrotnie.

[2]) To znaczy w kierunku południe-północ lub odwrotnie.

*) Jeżeli na mapie długość geograficzna jest liczona od Ferro, należy od niej odjąć 17°40′, aby otrzymać długość geograficzną od Greenwich, jeżeli zaś długość geograficzna jest liczona od Pułkowa, należy odczytaną długość geograficzną odjąć od 30°20′.

Przykład 1. Obliczyć zbieżność południków w miejscowości Grodno, w której długość geograficzna od Ferro wynosi 41°30′ i szerokość geograficzna 53°41′.

Długość geograficzna od Greenwich wynosi 41°30′ — 17°40′ = 23°50′.

$$\lambda - 22 = 23°50' - 22 = 1°50' = 1° + \frac{50}{60} = 1{,}83°,$$
$$Kz = 14{,}17,$$
$$Zb = 1{,}83 \times 14{,}17 = 25{,}9^t.$$

Przykład 2. Obliczyć zbieżność południków w miejscowości Wilno, w której długość geograficzna od Pułkowa wynosi 5°5′ i szerokość geograficzna 54°40′.

Długość geograficzna λ od Greenwich wynosi 30°20′ — 5°5′ = 25°15′.

$$\lambda - 22° = 25°15' - 22° = 3°15' = -3° + \frac{15}{60} = 3{,}25°.$$
$$Kz = 14{,}27,$$
$$Zb = 3{,}25 \times 14{,}27 = 46{,}4^t.$$

ficznemi współrzędnemi biegunowemi. Współrzędne te umożliwiają szybkie określanie różnicy ΔX i ΔY współrzędnych prostokątnych dwóch punktów zapomocą wzorów:

$$\Delta X = D \cos t,$$
$$\Delta Y = D \sin t.$$

Wzory te szeroko się stosuje w pracach topograficznych artylerji.

DZIAŁ TRZECI.

PODSTAWOWE WIADOMOŚCI Z MIERNICTWA I TOPOGRAFJI.

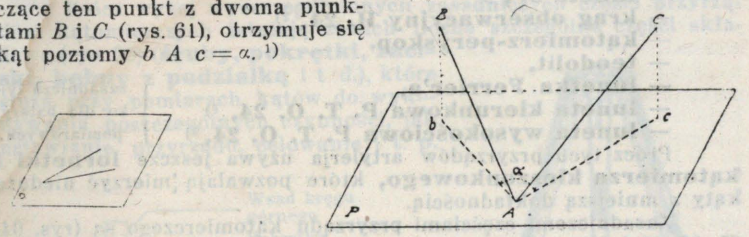
ROZDZIAŁ A.

KĄTY I PRZYRZĄDY DO MIERZENIA KĄTÓW.

1. Kąty poziome. Przyrządy kątomiercze i kątokreślne (stolikowe).

83. Kąt poziomy. Uchylenie kierunku. Rozwarcie.

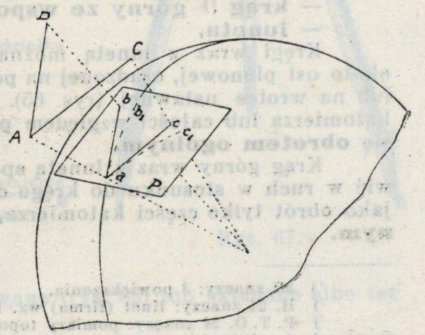
Kąt poziomy jest to kąt, którego ramiona leżą w płaszczyźnie poziomej P (rys. 60). Rzutując na płaszczyznę poziomą, przechodzącą przez punkt A topograficznej powierzchni ziemi, linje, łączące ten punkt z dwoma punktami B i C (rys. 61), otrzymuje się kąt poziomy $b\ A\ c = \alpha$. [1])



Rys. 60.

Rys. 61.

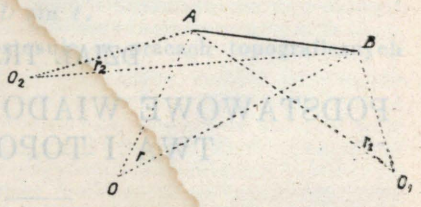
Przy niektórych zadaniach kąt poziomy, zawarty między ustalonym kierunkiem podstawowym i danym kierunkiem, nazywa się uchyleniem kątowem kierunku lub krótko **uchyleniem kierunku.** Przy



Rys. 62

[1]) W stosunku do kąta $b, a\ c$; (rys. 62), jaki otrzymuje się przy rzutowaniu na elipsoidę trzech punktów BAC topograficznej powierzchni ziemi kąt poziomy jest to kąt, zawarty między stycznemi do łuków $a\ b$, i $a\ c$, w punkcie a; styczne te bowiem, jako prostopadłe do pionu w punkcie a, leżą w płaszczyźnie poziomej przechodzącej przez ten punkt.

innych zadaniach kąt poziomy, pod jakim z jakiegoś punktu O widać odcinek $A\,B$, nazywa się **rozwarciem** tego odcinka (rys. 63); kąt r_1 jest rozwarciem odcinka $A\,B$ z punktu O_1, a kąt r_2 rozwarciem tego samego odcinka z punktu O_2.



Rys. 63.

84. Przyrządy kątomiercze. Kątomierze.

Przyrządy służące do mierzenia kątów w terenie nazywają się **przyrządami kątomierczemi.** Zwykle przyrządy te mają także dodatkowe urządzenia, służące do wykonywania innych pomiarów (pomiarów kątów pionowych, pomiarów odległości). Ponadto niektóre przyrządy są zaopatrzone w busolę lub południcę (pkt. 167).

W przyrządach przystosowanych do wykonywania pomiarów różnych rodzajów kątomierzem nazywa się zespół części służących specjalnie do mierzenia kątów poziomych. Nazwa zaś, określająca całość danego przyrządu, zależy najczęściej od jego zasadniczej właściwości lub przeznaczenia albo też od nazwiska wynalazcy.

Artylerja jest wyposażona w następujące przyrządy kątomierce:

— **katomierz-busola,**
— **lorneta nożycowa,**
— **luneta 3P,** [1]
— **krąg obserwacyjny H. 24,** [2]
— **kątomierz-peryskop,**
— **teodolit,**
— **lunetka Ferrier'a,**
— **luneta kierunkowa P. T. O. 24,** [3]
— **luneta wysokościowa P. T. O. 24,** [3]

} zasadniczo tylko dla bateryj pomiarowych.

Prócz tych przyrządów artylerja używa jeszcze **lornetki i kątomierza kieszonkowego,** które pozwalają mierzyć nieduże kąty z mniejszą dokładnością.

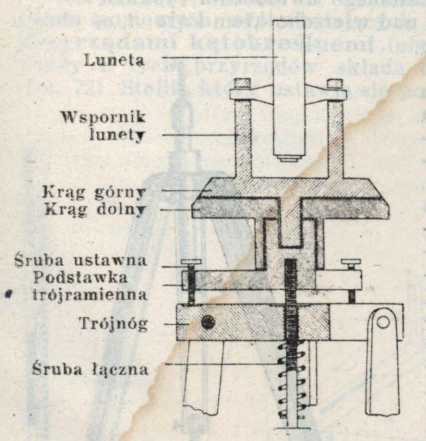
Zasadniczemi częściami przyrządu kątomierczego są (rys. 64, 65, 66, 67 i 68):

— **krąg** [4] **dolny z podziałką,**
— **krąg** [4] **górny ze wspornikami lunety,**
— **luneta.**

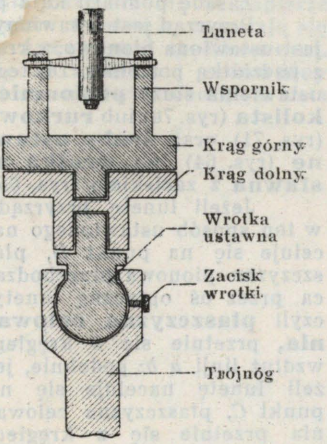
Kręgi wraz z lunetą można wprawić w ruch obrotowy naokoło osi pionowej, osadzonej na podstawce trójramiennej (rys. 64), lub na wrotce ustawnej (rys. 65). Obrót ten, jako obrót całości kątomierza lub całości względem podstawki trójramiennej, nazywa się **obrotem ogólnym.**

Krąg górny wraz z lunetą spoczywającą na nim można wprawić w ruch w stosunku do kręgu dolnego z podziałką. Obrót ten, jako obrót tylko części kątomierza, nazywa się **obrotem względnym.**

[1]) 3P znaczy: 3 powiększenia.
[2]) H. 24 znaczy: Huet (firma) wz. 1924.
[3]) P. T. O. 24 znaczy: pomiary topograficzno-ogniowe, przyrządy wz. 1924. Przyrządy te służą do prac topograficznych lub do wstrzeliwania sposobami wysokich rozprysków.
[4]) Lub koło.



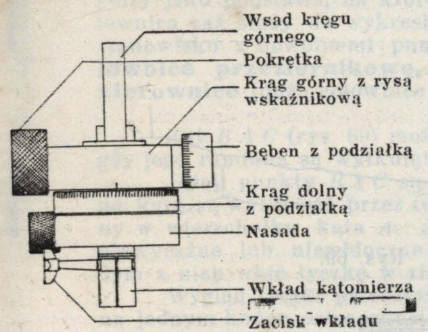
Rys. 64.



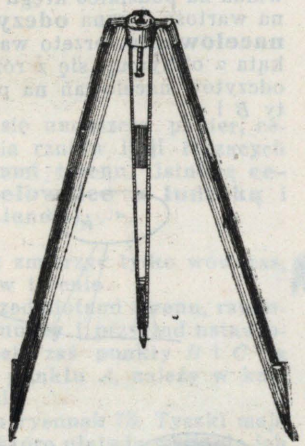
Rys. 65.

Luneta jest osadzona na osi poziomej, przez co można ją obracać w płaszczyźnie pionowej.

Prócz wyżej wyszczególnionych zasadniczych części przyrządów kątomierczych istnieją w nich liczne szczególne części składowe (rys 66) (**śruby, pokrętki, zaciski, bębny z podziałką** i t d.), które służą przy pomiarach kątów do wykonywania poszczególnych czynności, jak ustawianie przyrządu, celowanie i t. p.



Rys. 66.


Rys. 67.

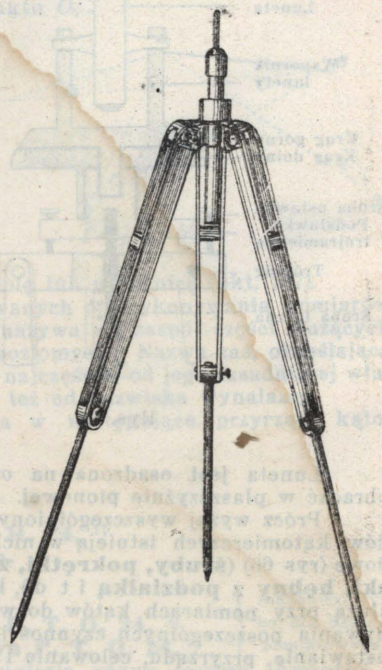
Trójnóg ma nogi rozsuwane (rys. 68) lub składane albo też jednolite (rys. 67).

85. **Zasada pomiaru kąta poziomego.**

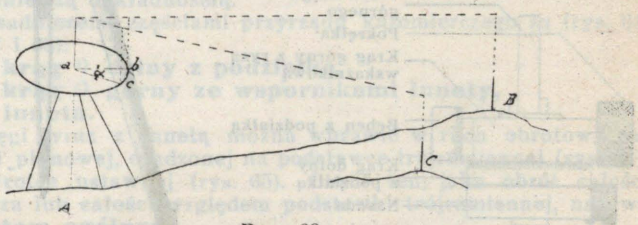
Zasadę pomiaru kąta poziomego uwidocznia rysunek 69.

Przyrząd jest ustawiony nad wierzchołkiem kąta *A*, oś obrotu jest ustawiona pionowo, a krąg z podziałką poziomo. Do tego ustawienia służy **poziomnica kolista** (rys. 70) lub **rurkowa** (rys. 71) oraz **śruby ustawne** (rys. 64) lub **wrotka ustawna** z zaciskiem (rys. 65).

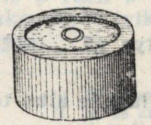
Jeżeli lunetę przyrządu w ten sposób ustawionego naceluje się na punkt *B*, płaszczyzna pionowa przechodząca przez oś optyczną lunety, czyli **płaszczyzna celowania,** przetnie się z kręgiem wzdłuż linji *a b;* podobnie, jeżeli lunetę naceluje się na punkt *C*, płaszczyzna celowania przetnie się z kręgiem wzdłuż linji *a c*, a otrzymane w ten sposób linje *a b* i *a c* utworzą na kręgu kąt poziomy α, odpowiadający kątowi *A B C*. Ponieważ zaś każdej z linji *a b* i *a c*, jak i każdemu położeniu płaszczyzny celowania, odpowiada na podziałce kręgu pewna wartość, zwana **odczytem nacelowania,** przeto wartość kąta α otrzymuje się z różnicy odczytów nacelowań na punkty *B* i *C*.



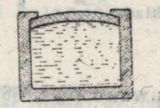
Rys. 68.



Rys. 69.



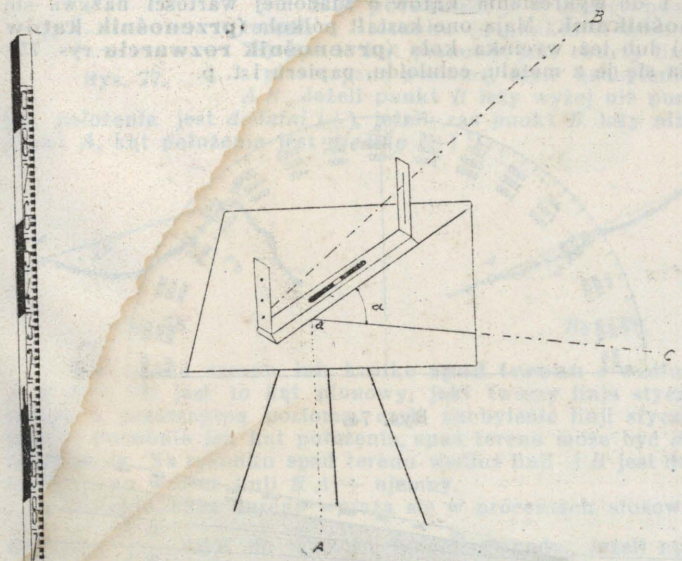
Rys. 70.



Rys. 71.

86. **Przyrządy kątokreślne.**

Przyrządy, służące do wykreślania bezpośrednio na papierze kątów poziomych, odpowiadających kątom w terenie, nazywają się **przyrządami kątokreślnemi** lub **przyrządami stolikowemi.** Każdy z tych przyrządów składa się ze **stolika** i **celownicy** (rys. 72) Stolik, który ustawia się poziomo nad wierzchołkiem kąta



Rys. 72.

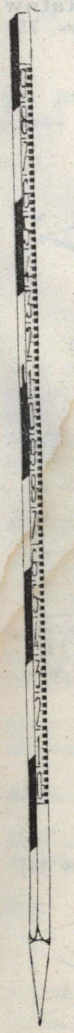
służy jako podstawa, na której się umieszcza papier, celownica zaś służy do wykreślania rzutów linji łączących stanowisko z dowolnemi punktami terenu. Istnieją **celownice przeziernikowe, celownice z lunetką** i **kierownice** (duże celownice z lunetą).

87. **Wytykanie ramion kąta**

Kąt *B A C* (rys. 69) można zmierzyć tylko wówczas, gdy jego ramiona są wytknięte w terenie

Jeżeli punkty *B* i *C* są przedmiotami terenu, ramiona kąta są wytknięte przez te punkty i przyrząd ustawiony w wierzchołku kąta *A*. Jeżeli zaś punkty *B* i *C* są niewyraźne lub niewidoczne z punktu *A*, należy w każdym z nich wbić tyczkę w ziemię.

Wygląd tyczki przedstawia rysunek 73. Tyczki mają na jednym końcu ostre okucie, które ułatwia wbijanie ich w ziemię. Tyczki są pokryte pasami barwy białej i czerwonej w celu powiększania ich widoczności; przy większych odległościach zachodzi często potrzeba używania długich żerdzi z chorągiewką.



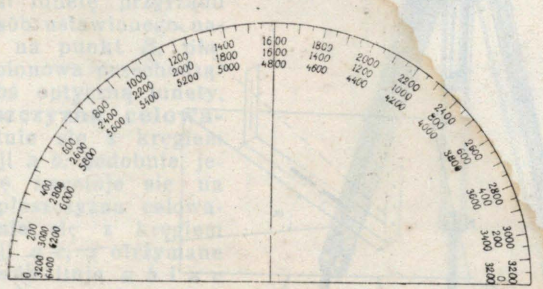
Rys. 73.

Nowowyrabiane tyczki mają podziałkę centymetrową do pomiarów odległości (punkt 125) oraz dwie wąskie

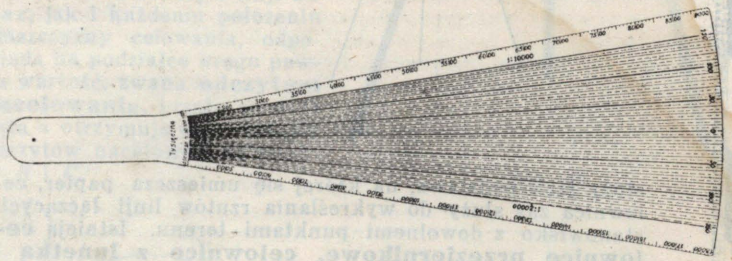
szczeliny do siebie prostopadłe, które umożliwiają szybkie wytykanie kątów prostych, z dokładnością około $10'$ bez pomocy przyrządu kątomierczego.

88. Przenośniki.

Przyrządy służące do mierzenia kątów wykreślonych na papierze i do wykreślania kątów o wiadomej wartości nazywa się **przenośnikami.** Mają one kształt półkola (**przenośnik kątów** rys. 74) lub też wycinka koła (**przenośnik rozwarcia** rys. 75); wyrabia się je z metalu, celuloidu, papieru i t. p.



Rys. 74.



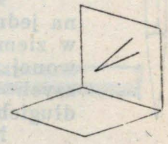
Rys. 75.

2. Kąty pionowe. Nachyleniomierze.

89. Kąt pionowy. Uchylenie wzwyż.

Kąt pionowy jest to kąt, którego oba ramiona leżą w tej samej płaszczyźnie pionowej (rys. 76).

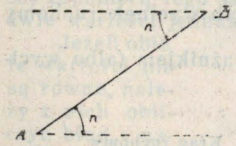
Przy niektórych zadaniach artyleryjskich kąt pionowy, zawarty między ustalonym kierunkiem podstawowym i danym kierunkiem, nazywa się uchyleniem kątowem wzwyż lub krótko **uchyleniem wzwyż.** Poza tem kątami pionowemi, z jakiemi ma się do czynienia przy pracach topograficznych są: kąt nachylenia, kąt położenia i kąt spadu terenu.



Rys. 76.

90. Nachylenie.

Kątem nachylenia linji lub krótko **nachyleniem** n linji AB (rys. 77) nazywa się kąt pionowy, jaki linja ta tworzy z płaszczyzną poziomą. Nachylenie może być *dodatnie* (+) i *ujemne* (—). Na rysunku nachylenie linji AB jest dodatnie, nachylenie linji BA — ujemne.

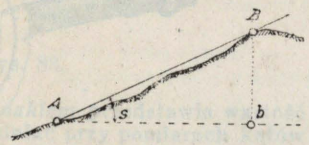


Rys. 77.

91. Kąt położenia.

Kąt położenia p [1]) danego punktu B terenu w stosunku do punktu A terenu (rys. 78) jest to kąt pionowy, jaki tworzy linja AB z płaszczyzną poziomą, czyli nachylenie linji AB. Jeżeli punkt B leży wyżej niż punkt A, kąt położenia jest *dodatni* (+), jeżeli zaś punkt B leży niżej niż punkt A, kąt położenia jest *ujemny* (—) [2]).

Rys. 78.



Rys. 79.

92. Spad terenu.

Kąt spadu terenu lub krótko **spad terenu** s wzdłuż linji AB (rys. 79) jest to kąt pionowy, jaki tworzy linja styczna do terenu z płaszczyzną poziomą, czyli nachylenie linji stycznej do terenu Podobnie jak kąt położenia, spad terenu może być *dodatni* lub *ujemny*. Na rysunku spad terenu wzdłuż linji AB jest dodatni, spad terenu wzdłuż linji BA — ujemny.

Zwykle spad terenu wyraża się w procentach stosownie do stosunku $\frac{Bb}{Ab}$, czyli do wartości tangensu spadu. Jeżeli np. spad wynosi 5 %, to jego tangens wynosi $\frac{5}{100} = 0{,}05$ %.

93. Nachyleniomierze.

Przyrządy służące do mierzenia kątów położenia, spadu terenu i nachylenia, są najczęściej dodatkowem urządzeniem przyrządów kątomierczych i celownic. Zespół części składowych tego urządzenia nazywa się **nachyleniomierzem.**

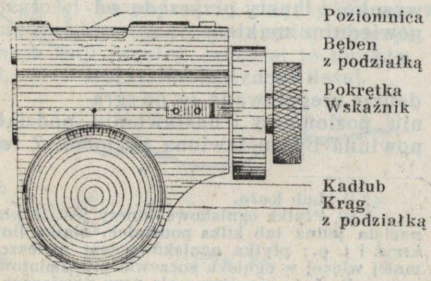
Większość przyrządów kątomierczych artylerji ma nachyleniomierz rodzaju przedstawionego na rysunku 80, którego zasadniczemi częściami są:

— **kadłub, ślimacznica, ślimak,**

— **krąg z podziałką** (lub wycinek kręgu z podziałką),

— **bęben z podziałką,**

— **poziomnica.**



Rys. 80.

[1]) Skrócone określenie z pełnego *„kąt wysokości położenia"*.

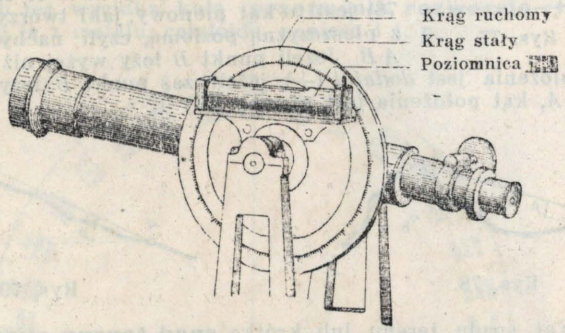
[2]) Przy niektórych zagadnieniach zamiast kąta położenia używa się jego dopełnienia do 90°, zwanego **kątem zenitalnym** lub **odległością zenitalną.**

Dokładne przyrządy (rys. 81), jak teodolity, mają nachyleniomierz innego rodzaju, którego zasadniczemi częściami są:

— **krąg** [1] **ruchomy z podziałką** (lub wycinek ruchomy z podziałką),

— **krąg** [1] **stały** z nonjuszem lub wskaźnikiem (albo wycinek stały z nonjuszem lub wskaźnikiem),

— **poziomnica.**

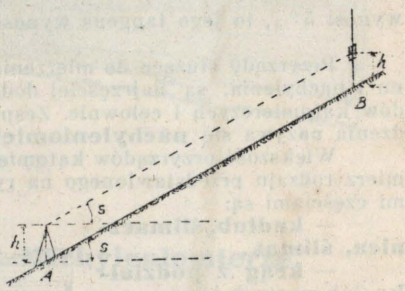


Rys. 81

W niektórych nachyleniomierzach wartość niedużych kątów położenia odczytuje się na **płytce ogniskowej** lunety [2] po ustawieniu jej poziomo zapomocą poziomnicy.

Pomocniczym przyrządem do mierzenia kątów położenia lub spadu terenu jest **łata miernicza,** która jest zasadniczo zaopatrzona w tarczę przesuwalną. [3] Do pomiaru tarczę tę ustawia się na wysokości h (rys. 82), równej wysokości lunety przyrządu; nacelowując na tarczę łaty otrzymuje się linję nacelowania równoległą do linji łączącej oba punkty terenu A i B, czyli linję o tem samem nachyleniu.

W razie braku łaty z tarczą przesuwalną można używać tyczki, na której naznacza się wysokość lunety przyrządu odpowiednim znakiem.



Rys. 82.

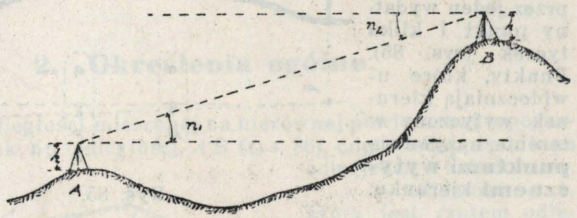
94. Poprawka poziomowa nachyleniomierza.

Jeżeli nachyleniomierz jest dobrze uregulowany, to, po zgraniu poziomnicy i nastawieniu podziałki na 0, oś optyczna lunety powinna być ustawiona poziomo. Z tego więc wynika, że przy mierzeniu nachylenia tej samej linji $A\,B$ z każdego z jej końców (rys. 83) zapomocą tego samego nachyleniomierza powinno się otrzymać dwie wartości jednakowe n_1 i n_2, lecz z odwrotnemi znakami. [1]

Jeżeli obie te wartości nie są równe, należy z nich obliczyć błąd ε nachyleniomierza zapomocą wzoru:

$$\varepsilon = \frac{n_1 + n_2}{2},$$

gdzie wartość n_1 i n_2 należy brać z ich znakiem.



Rys. 83.

Wielkość błędu ε *z odwrotnym znakiem* przedstawia wartość poprawki stałej n_0, jaką należy uwzględniać przy pomiarach kątów położenia, żeby usunąć wpływ niedokładności nachyleniomierza. Poprawkę tę nazywa się **poprawką poziomową** nachyleniomierza.

Przykład. $n_1 = +25^t$, $n_2 = -27^t$

$$\varepsilon = \frac{(+25) + (-27)}{2} = -1^t$$

$$n_0 = +1^t.$$

95. Spadomierze.

Prócz nachyleniomierza istnieją jeszcze **spadomierze,** które są osobnemi przyrządami ręcznemi, służącemi do mierzenia kątów położenia i spadu terenu z mniejszą dokładnością, najczęściej w procentach.

ROZDZIAŁ B.

POMIARY ODLEGŁOŚCI.

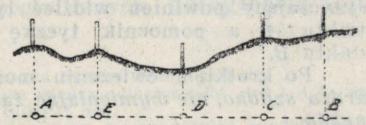
1. Wytyczanie linij prostych w terenie.

96. Zasada wytyczania.

Niekiedy mierzenie odległości bezpośrednio między dwoma punktami A i B w terenie (oraz niektóre inne zagadnienia artylerji) wymaga uprzedniego wytyczenia linji prostej, łączącej te punkty.

Wytyczyć prostą $A\,B$, znaczy uwidocznić ją w terenie tyczkami, wbijanemi w ziemię w pewnych odstępach na prostej $A\,B$ (rys. 84).

Przy wielu zagadnieniach artylerji wyzyskuje się w szerokiej mierze kierunki wytknięte już w terenie przez dwa



Rys. 84.

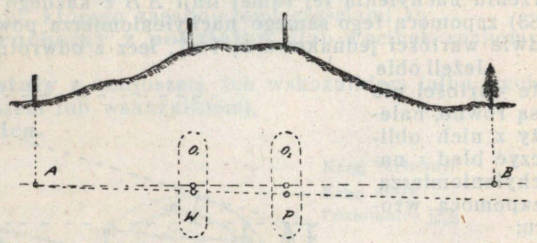
[1]) Lub **koło.**

[2]) Płytka ogniskowa lunety jest to płaskie szkiełko, na którem może być nacięta jedna lub kilka podziałek, siatka linji równoległych, siatka kwadratów, krzyż i t. p.; płytka ogniskowa jest umieszczona prostopadle do osi optycznej mniej więcej w ognisku soczewki przedmiotowej.

[3]) Łaty nie używa się przy pomiarach kątów położenia przedmiotów niedostępnych lub znacznie odległych.

[1]) Sposób mierzenia wartości n_1 i n_2 jest podany w Części II.

wydatne punkty [1] lub przedmioty terenu, [2] albo też wytyczone przez jeden wydatny punkt i kilka tyczek (rys. 85). Punkty, które uwidoczniają kierunek wytyczony w terenie, nazywa się **punktami wytycznemi** kierunku.



Rys. 85.

97. Wytyczanie linji prostej.

Wytyczanie wymaga współdziałania dwóch ludzi: **wytyczającego** i **pomocnika,** którzy postępują w następujący sposób.

1) *Punkty A i B są dostępne, a każdy z nich jest widoczny z drugiego* (rys. 84). Wytyczający wbija jedną tyczkę w ziemię w punkcie *A*, a pomocnik jedną tyczkę w punkcie *B*. Wytyczający staje za tyczką w punkcie *A*, zwrócony twarzą do punktu *B*, pomocnik bierze pewną ilość tyczek i podług wskazówek wytyczającego, który nim kieruje znakami ręki, wbija je na linji *A B* kolejno w punktach pośrednich *C*, *D*, *E*, zaczynając od punktu najbardziej oddalonego do *A*.

Do wytyczania linji można też posługiwać się lornetką albo przyrządem kątomierczym lub kątokreślnym, ustawionym w punkcie *A* i nacelowanym na tyczkę w punkcie B.

2) *Punkty A i B nie są dostępne lub jeden jest niewidoczny z drugiego* (rys. 85). Wytyczający bierze tyczkę i szuka między punktami *A* i *B* obrębu O_1 terenu, z którego widać punkt *B*. Podobnie pomocnik *P* z tyczką szuka między obrębem O_1 i punktem *B* w obrębie O_2 miejsca, z którego widać zarówno punkt *A*, jak i wytyczającego, stojącego w obrębie O_1.

Wytyczający staje w dowolnym punkcie w obrębie O_1 zwrócony twarzą do punktu *B*; pomocnik zaś przesuwa się w odpowiednią stronę tak, aby stanąć w jakimś punkcie *P*, leżącym na linji *W A*. Wówczas wytyczający patrzy, czy linja *W P* przechodzi w prawo lub w lewo od punktu *B;* jeżeli przechodzi ona w prawo (w lewo), wytyczający posuwa się w lewo (w prawo) tak długo, dopóki pomocnik, który jednocześnie posuwa się też odpowiednio w prawo (w lewo), żeby znajdować się *stale* na linji *W A*, nie znajdzie się dokładnie nawprost punktu B. Kiedy warunek ten jest osiągnięty, wytyczający wraz z pomocnikiem zatrzymują się. Każdy z nich wbija tyczkę w ziemię dokładnie w zajmowanem miejscu. Wytyczający powinien widzieć tyczkę pomocnika w kierunku do punktu *A*, a pomocnik tyczkę wytyczającego w kierunku do punktu *B*.

Po krótkiem ćwiczeniu można w ten sposób *wytyczyć linję bardzo szybko, nie wymieniając żadnych słów i nie czyniąc żadnych znaków.*

[1]) Kominy fabryczne, wieże kościelne, wiatraki i t. d.
[2]) Zwłaszcza wtedy, gdy można stanąć na przedłużeniu linji łączącej te dwa punkty (przedmioty).

Jeżeli potrzebne jest wytyczenie między punktami *W* i *A* oraz *B* i *P*, należy postąpić, jak w poprzednim wypadku.

Jeżeli jest potrzebna bardzo wielka dokładność, można sprawdzić wytyczenie zapomocą przyrządu kątokreślnego lub kątomierczego.

2. Określenia ogólne.

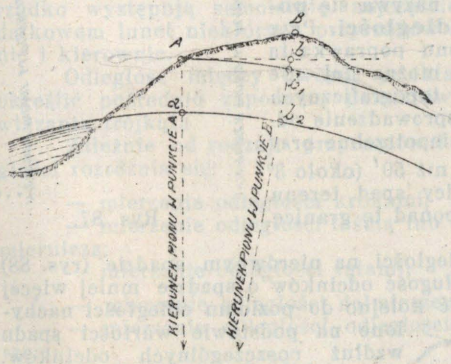
98. Wpływ kulistości ziemi i wyniosłości na pomiary odległości.

Każdej odległości mierzonej na nierównej powierzchni topograficznej ziemi, jak np. odległości *A B* (rys. 86), odpowiadają trzy inne odległości, a mianowicie:

— odległość *A b*, która jest rzutem odległości *A B* na płaszczyznę poziomą;

— odległość $A\ b_1$, która jest rzutem odległości *A B* na powierzchnię poziomową przechodzącą przez punkt *A*;

— odległość $a\ b_2$, która jest rzutem odległości *A B* na powierzchnię matematyczną ziemi.



Rys. 86.

Odległości te nie są ściśle jednakowe. Różnica między odległościami *A b* i $A\ b_1$ przedstawia wpływ kulistości [1] powierzchni ziemi. Różnica ta jest tak nieznaczna, [2] że można ją pominąć przy wszelkich pomiarach odległości. Różnica między odległościami $A\ b_1$ i $a\ b_2$ przedstawia wpływ wyniosłości terenu nad poziomem morza; jest ona tak nieznaczna, [3] że można ją *pominąć* przy wszelkich *pracach topograficznych* [4])

Różnica między odległościami *A B* i *A b* przedstawia wpływ nierówności i spadu terenu; różnicę tę, dość znaczną w terenie mocno falistym, uwzględnia się przy pracach topograficznych (pkt. 100).

99. Odległość nachylona i odległość pozioma (topograficzna).

Odległość *A B*, mierzoną na terenie o jednakowym spadzie, czyli na linji nachylonej, nazywa się **odległością nachyloną** Dn.

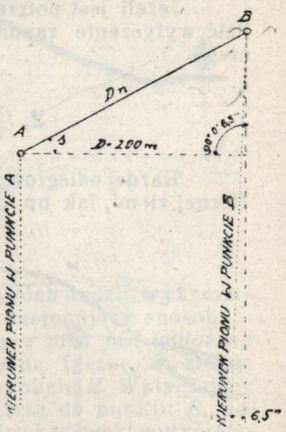
Odległość *A b*, która jest rzutem odległości nachylonej *A B* na płaszczyznę poziomą, nazywa się **odległością poziomą** *D* lub też, jako potrzebna do prac topograficznych, **odległością topograficzną.** [5])

[1]) Przy pomiarach odległości można uważać ziemię za kulę.
[2]) Przy odległości 10 km różnica między odległościami *A b* i $A\ b_1$, czyli między łukiem i jego styczną, wynosi tylko 11 mm.
[3]) Na wyniosłości 200 m nad poziomem morza różnica między odległościami $A\ b_1$ i $a\ b_2$ wynosi 1/10 000 ich wartości.
[4]) Natomiast jest konieczne uwzględnienie wpływu wyniosłości przy pomiarach geodezyjnych.
[5]) Odległość $a\ b_2$ nazywa się **odległością geodezyjną,** a odległość *A b* **odległością poziomową.** Przy pracach topograficznych nie ma się do czynienia z temi odległościami.

100. Sprowadzanie odległości do poziomu.

Zmiana odległości nachylonej D_n na odległość topograficzną D nazywa się **sprowadzaniem odległości do poziomu.** Przy sprowadzaniu do poziomu odległości, które z powodu licznych nierówności terenu są zawsze niezmiernie małe w porównaniu z długością promienia ziemi, można bez praktycznego uszczerbku dla dokładności uważać kierunki pionu za równoległe [1] (rys. 87), a zatem stosować wzór:

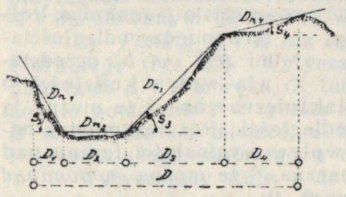
$$D = D_n \cos s. \quad [2]$$



Rys. 87.

Różnica między odległością nachyloną i odległością poziomą nazywa się **poprawką poziomniczą odległości.** Przy nieznacznym spadzie terenu poprawka ta jest bardzo niewielka i można jej nie uwzględniać. Przy pracach topograficznych można naogół przyjąć, że sprowadzenie odległości do poziomu jest niepotrzebne przy spadzie terenu mniejszym niż 50^t (około 3^0 lub $5\,\%$). [3] Do tej granicy spad terenu uważa się za *spad mały*, ponad tę granicę za *spad duży*.

Przy pomiarach odległości na nierównym spadzie (rys. 88) należy mierzyć zosobna długość odcinków o spadzie mniej więcej jednostajnym i sprowadzić kolejno do poziomu odległości nachylone na podstawie wartości spadu wzdłuż poszczególnych odcinków. W wypadku przedstawionym na rysunku 88 otrzymuje się:



Rys. 88.

$$\left.\begin{aligned} D_1 &= D_{n\,1} \cos s_1 \\ D_2 &= (\text{uzyskane bezpośrednio z pomiaru}) \\ D_3 &= D_{n_3} \cos s_3 \\ D_4 &= D_{n_4} \cos s_4 \end{aligned}\right\} \quad D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 .$$

101. Sposoby mierzenia odległości w terenie.

Odległości w terenie można mierzyć *bezpośrednio* lub też *pośrednio*.

Mierzyć odległość między dwoma punktami A i B bezpośrednio, znaczy mierzyć ją po linji łączącej te dwa punkty, zapomocą jakiejś miary o wiadomej długości lub też krokami.

---

[1]) Przy odległości $D = 200$ m i spadzie terenu $s = 20^0 = 355{,}6^t$ błąd, wynikający z nierównoległości kierunków pionu, wynosi tylko 2,2 mm.

[2]) Poszczególne sposoby sprowadzania odległości do poziomu, oparte na tym wzorze, są podane w punkcie 138.

[3]) Ściśle biorąc, granice, w których można pominąć sprowadzanie odległości do poziomu, zależą od stopnia dokładności, jaką należy osiągnąć przy rozwiązaniu danego zadania. Przy wykreślnem wyzyskaniu pomiarów odległości, sprowadzenie ich do poziomu jest niepotrzebne wtedy, gdy wielkość poprawki poziomniczej jest mniejsza niż wielkość błędu graficznego w użytej skali, czyli mniejsza niż 2 m w skali 1:20 000, 1 m w skali 1:10 000, 0,1 m w skali 1:1000. Przy rachunkowem wyzyskaniu pomiarów odległości sprowadzenie ich do poziomu może w niektórych wypadkach być konieczne, nawet przy niedużym spadzie.

Miary giętkie (druty, taśmy stalowe), służące do mierzenia odległości bezpośrednio, nazywa się **taśmami i linkami mierniczemi;** miary sztywne (drewniane lub metalowe listwy) — **łatami mierniczemi.**

Mierzyć odległość lub określać odległość $A\,B$ pośrednio, znaczy mierzyć lub określać ją bez chodzenia (układania miar) po linji $A\,B$, zapomocą specjalnych przyrządów optycznych, zwanych **dalmierzami i odległościomierzami.**

Dalmierze pozwalają mierzyć odległość do danego przedmiotu terenu bez użycia innego przyrządu pomocniczego.

Odległościomierze wymagają ustawienia łaty mierniczej w punkcie, do którego mierzy się odległość. Odległościomierze rzadko występują samoistnie, najczęściej są one urządzeniem dodatkowem lunet niektórych przyrządów kątomierczych oraz celownic i kierownic.

Odległość między dwoma punktami A i B można także określić pośrednio zapomocą pomiarów *podstawy i kątów* i rozwiązania trójkąta.

Zależnie od rodzaju przyrządów i sposobów mierzenia odległości rozróżnia się:

— mierzenie odległości krokami; — mierzenie odległości taśmą lub linką miernicą; — mierzenie odległości łatami;	mierzenie bezpośrednie
— mierzenie odległości dalmierzem; — mierzenie odległości odległościomierzem; — określanie odległości sposobem podstawy prostopadłej; — określenie odległości sposobem podstawy bocznej.	mierzenie pośrednie

3. Mierzenie odległości krokami.

102. Wymierzanie kroku.

Aby otrzymać dość dokładne wyniki przy mierzeniu odległości krokami, należy znać przeciętną wartość swego kroku. Aby ustalić tę wartość, czyli *wymierzyć swój krok*, należy przejść zwykłym krokiem kilka razy wiadomą odległość D (100 — 200 m), w terenie równym i mniej więcej poziomym, licząc każdorazowo ilość zrobionych kroków, a następnie wyprowadzić wartość swego kroku ze średniej ilości kroków i wiadomej odległości.

W oddziałach wszyscy stopniowi i szeregowcy, mogący mieć do czynienia z mierzeniem odległości (zwiadowcy, telefoniści, obserwatorzy) powinni znać wartość swego kroku.

103. Mierzenie odległości krokami.

Znając wartość K swego kroku, otrzymuje się wartość odległości między dwoma punktami A i B, mnożąc K przez ilość zrobionych kroków przy przejściu z jednego punktu do drugiego.

Należy jednak brać pod uwagę, że wartość kroku zmienia się z wielkością spadu terenu.

Przy mierzeniu zdołu do góry wartość kroku zmniejsza się mniej więcej w stosunku równym wielkości spadu terenu w procentach. W praktyce zatem każdą odległość, zmierzoną zdołu do góry na spadzie $n\%$ i obliczoną na podstawie wiadomej średniej wartości kroku, należy zmniejszyć o $n\%$. Odległość 300 m np., zmierzoną na spadzie 5%, należy zmniejszyć o 15 m i stąd przyjąć 285 m, jako rzeczywistą odległość nachyloną.

Przy mierzeniu zaś zgóry nadół wartość kroku jest mniej więcej taka sama, jak przy mierzeniu na terenie poziomym i w praktyce wprowadzenie poprawki jest niepotrzebne

Wreszcie, jeżeli czas na to pozwala, należy powtórzyć pomiar kilka razy i przyjąć średnią otrzymanych wyników za ostateczną wartość odległości.

UWAGA. Zamiast liczyć ilość kroków uczynionych przy przejściu z jednego punktu do drugiego, można też liczyć tylko ilość podwójnych kroków. Uskutecznia się to, wkraczając lewą nogą i licząc każde dotknięcie prawej nogi do ziemi. Odległość zaś oblicza się z ilości podwójnych kroków i wartości podwójnego kroku. Mierzenie to nazywa się **mierzeniem podwójnemi krokami.**

104. Sprowadzanie do poziomu. Jeżeli spad terenu s wzdłuż mierzonej linji $A\ B$ jest duży, należy go zmierzyć i sprowadzić odległość nachyloną D_n do poziomu ($D = D_n \cos s$).

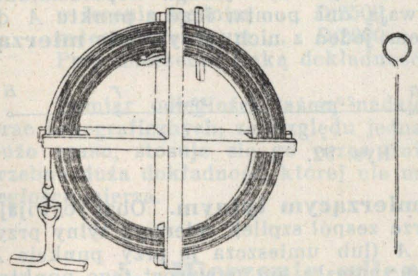
105. Dokładność. Stopień dokładności mierzenia odległości krokami zależy w wielkiej mierze od rodzaju i dogodności terenu. Przy przestrzeganiu powyższych zasad błąd prawdopodobny mierzenia odległości krokami w terenie łatwym wynosi średnio $D/100$, w terenie trudnym $D/50$.

106. Przydatność. Pomiar odległości krokami nie nadaje się do dokładnych prac topograficznych; stosuje się go przy pracach pobieżnych oraz przy badaniu zgrubsza wyniku pomiaru odległości taśmą, celem upewnienia się, że się nie pomylono w liczeniu ilości odmierzonych odcinków 20 m.

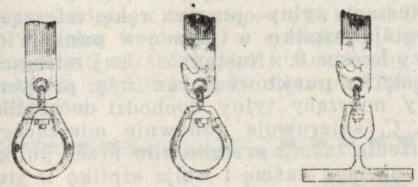
4. Mierzenie odległości taśmą lub linką mierniczą.

107. Taśmy miernicze. **Taśmę mierniczą** przedstawia rysunek 89. Jest to taśma stalowa,[1]) majaca na każdym końcu **rękojeść** o jednym z kształtów przedstawionych na rysunku 90. Długość taśmy wynosi zwykle 20 m. Taśma jest podzielona na *metry* i *decymetry;* metry

[1]) Istnieją także powszechnie znane taśmy płócienne (parciane). W niektórych z nich są wplecione cienkie druciki mosiężne. Mimo to przy pracach w polu ulegają one prędko rozciąganiu i zniszczeniu, wskutek czego nie nadają się do potrzeb wojskowych.



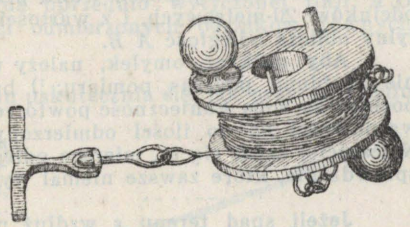
Rys. 89.



Rys. 90.

są oznaczone mosiężnemi znaczkami z odpowiednią liczbą, półmetry mosiężnemi guzikami bez liczby, decymetry dziurkami, początek miary — kreską przy jednej z rękojeści, [1]) koniec miary — kreską przy drugiej rękojeści. [1]) Kreski te są nacięte nawprost wycięcia, przez które wbija się szpilki przy mierzeniu odległości. **Szpilki** są to pręciki ze stalowego drutu, zgięte w kółko na jednym końcu i zaostrzone na drugim. Do każdej taśmy jest dołączony zespół 10 lub 11 szpilek, z których jedna ma ciężarek. Do przenoszenia nawija się taśmę na **bęben** lub **krzyżak** (rys. 89).

108. Linki miernicze. **Linka miernicza** składa się z kilku cienkich linek stalowych, skręconych na żyle z konopi. Linka ma 2 **rękojeście** (rys. 91). Długość linki wynosi zwykle 20 metrów. Początek i koniec miary 20-metrowej są określone przez zewnętrzne krawędzie rękojeści, z których każda ma wycięcie do wbijania szpilek przy mierzeniu odległości. Linka jest podzielona na *metry* mosiężnemi pierścieniami, grubszemi co każde 5 lub 10 metrów; w razie potrzeby części metra ocenia się na oko.



Rys. 91.

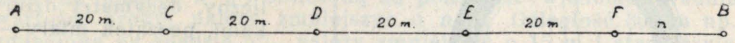
Do przenoszenia nawija się linkę na drewniany **bęben** zaopatrzony w dwie **rączki.** Przy nawijaniu i rozwijaniu, jako też przy pomiarach, należy unikać wszelkiego skręcania linki.

W razie braku taśmy lub linki można posługiwac się *okolicznościową miarą*, sporządzoną we własnym zakresie ze zwykłego *drutu stalowego* lub *telefonicznego.*

109. Mierzenie odległości taśmą lub linką mierniczą. Mierzenie odległosci między dwoma punktami A i B w terenie zapomocą taśmy mierniczej polega na kolejnem odkładaniu (odmierzaniu) wzdłuż linji $A\ B$ odcinków odpowiadających długości taśmy, i obliczaniu odległości z ilości odmierzonych odcinków.

[1]) Lub na samej rękojeści.

Mierzenie odległości *A B* (rys. 92) wymaga współdziałania dwóch mierzących; wykonywają oni pomiar idąc z punktu *A* do punktu *B*, a w związku z tem jeden z nich nazywa się **mierzącym przednim,** drugi zaś **mierzącym tylnym.** Obaj rozwijają taśmę; mierzący przedni bierze zespół szpilek, mierzący tylny przykłada rękojeść do punktu *A* (lub umieszcza ją przy punkcie *A* w ten sposób, aby kreska 0 znalazła się nawprost tego punktu) i znakiem ręki skierowuje mierzącego przedniego tak, aby taśma leżała na linji *A B*.



Rys. 92.

Po osiągnięciu tego mierzący tylny opuszcza rękę; mierzący przedni opuszcza taśmę i wbija szpilkę w ziemię w punkcie *C*, pionowo przez wycięcie przy kresce 0. Następnie obaj mierzący podnoszą taśmę i posuwają się ku punktowi *B*, *unikając przytem tarcia taśmy po ziemi.* Gdy mierzący tylny dochodzi do szpilki wbitej w ziemię w punkcie *C*, skierowuje ponownie mierzącego przedniego tak, aby przedłużenie taśmy przechodziło przez punkt *B*, poczem mierzący przedni naciąga taśmę i wbija szpilkę w ziemię w punkcie *D* pionowo przez wycięcie przy kresce 0; mierzący tylny wyjmuje szpilkę, przy której się znajduje, poczem obaj podnoszą taśmę i w podobny sposób odmierzają kolejno dalsze odcinki 20-metrowe, aż do punktu *B*. Wartość ostatniego odcinka *n* krótszego niż taśma, odczytuje mierzący przedni na taśmie nawprost punktu *B*.

Po ukończeniu pomiaru mierzący tylny liczy ilość posiadanych szpilek. Z tej ilości, która przedstawia ilość odmierzonych odcinków 20-metrowych, i z wartości ostatniego odcinka mierzący tylny oblicza odległość *A B*.

Aby uniknąć omyłek, należy upewnić się, że żadnej szpilki nie zgubiono podczas pomiaru; [1]) brak jednej lub więcej szpilek pociąga za sobą konieczność powtórzenia pomiaru, celem usunięcia wątpliwości co do ilości odmierzonych odcinków 20-metrowych. Najczęściej czyni się to, mierząc odległość krokami; jest to zresztą sprawdzenie, które zawsze niemal wystarcza.

110. Sprowadzanie do poziomu. Jeżeli spad terenu *s* wzdłuż mierzonej linji *A B* jest duży, należy go zmierzyć i sprowadzić otrzymaną odległość nachyloną D_n do poziomu ($D = D_n \cos s$).

111. Dokładność. Dokładność mierzenia odległości taśmą zależy od dokładności taśmy, ukształtowania terenu wzdłuż mierzonej linji i staranności wykonania pomiaru. Stopień dokładności mierzenia odległości *D* taśmą cechują następujące błędy prawdopodobne:

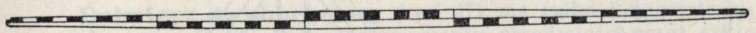
[1]) Przy mierzeniu bez szpilek, co się zdarza bardzo często w polu, mierzący przedni oznacza koniec taśmy w terenie jakimś przedmiotem, kołkiem lub kamykiem albo też robi znak na ziemi kijem lub piętą; mierzący tylny zaś przy każdorazowem dojściu do przedmiotu lub znaku robi kreskę w notatniku. Przy mierzeniu bez szpilek zmniejsza się znacznie dokładność poziomu.

w terenie łatwym . . . $D/3000$,
w terenie średnim . . . $D/2500$,
w terenie trudnym . . . $D/2000$.
Przy mierzeniu linką dokładność jest przeważnie mniejsza.

112. Przydatność. Pomiar odległości taśmą nadaje się do wszelkiego rodzaju prac topograficznych; ze względu jednak na to, że pomiar wymaga dużo czasu, stosuje się go przeważnie tylko wtedy, gdy jest potrzebna duża dokładność, której nie można osiągnąć zapomocą odległościomierza.

5. Mierzenie odległości łatami.

113. Łaty miernicze. Specjalne **łaty miernicze** (rys. 93) do mierzenia odległości bezpośrednio w terenie są zwykłemi listwami drewnianemi, okutemi na obu końcach i o szerokości i grubości, zmniejszających się stopniowo od środka ku końcom, aby przy mierzeniu łaty nie uginały się pod własnym ciężarem. Długość tych łat wynosi zwykle 5 metrów.



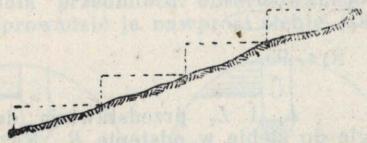
Rys. 93.

W razie braku łat specjalnych można używać *żerdzi* wiadomej długości lub też, jeżeli chodzi o mierzenie niedługiej linji, *zwykłych łat artyleryjskich* o długości 2,5 m.

114. Mierzenie odległości łatami. Mierzenie odległości między dwoma punktami *A* i *B* w terenie wykonywa się zwykle zapomocą dwóch łat, odkładając je kolejno jedna po drugiej wzdłuż uprzednio wytyczonej linji *A B* i obliczając odległość z ilości odmierzonych odcinków, równych długości łat.

115. Sprowadzanie do poziomu. Sprowadzenie do poziomu uskutecznia się, jak przy mierzeniu taśmą.

Odległość topograficzną *D* można także otrzymać bezpośrednio, mierząc *schodami*, to znaczy, odkładając łaty poziomo (rys. 94) i określając każdorazowo rzut końca łaty zapomocą pionu.



Rys. 94.

116. Dokładność. Stopień dokładności mierzenia odległości łatami mierniczemi zależy od dokładności łat, ukształtowania terenu wzdłuż mierzonej linji i staranności wykonania pomiaru. Błąd prawdopodobny mierzenia odległości *D* wynosi:

w terenie równym, poziomym
lub o nieznacznym spadzie . . . $D/8000$,
w terenie trudnym . . . . . $D/4000$.

Przy mierzeniu łatami okolicznościowemi dokładność jest znacznie mniejsza.

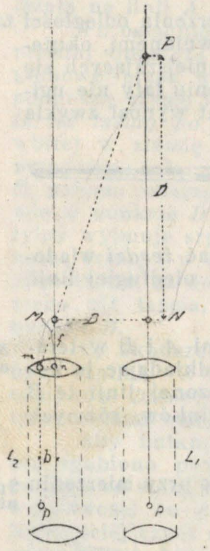
117. Przydatność.

Pomiar odległości łatami nadaje się do bardzo dokładnych prac, lecz jest żmudny i z tego powodu łaty ustępują coraz bardziej miejsca taśmom i specjalnym drutom. [1])

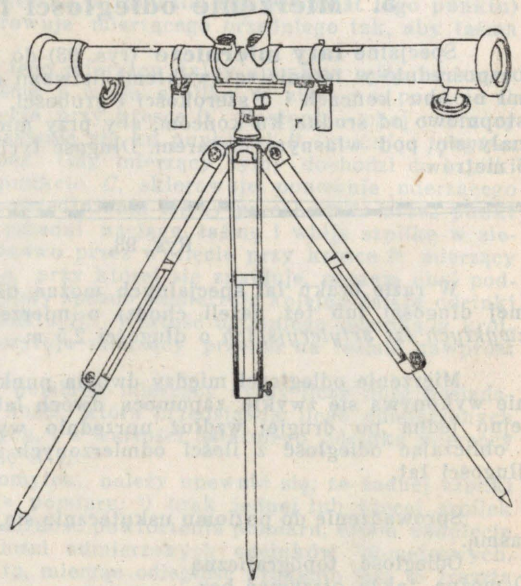
6. Mierzenie odległości dalmierzem.

118. Zasada dalmierza.

Dalmierz jest to przyrząd optyczny do mierzenia odległości, [2]) którego zasada jest oparta na właściwościach trójkątów podobnych. Zasadę tę uwidocznia rysunek 95.



Rys. 95.



Rys. 96.

L_1 i L_2 przedstawiają dwie lunety, ustawione równolegle do siebie w odstępie B. Każda z tych lunet ma płytkę ogniskową z podziałką. [3]) Oś optyczna lunety L_1 jest skierowana na punkt P, a zatem obraz tego punktu widać przez lunetkę L_1 na kresce 0 podziałki płytki ogniskowej; patrząc zaś przez drugą lunetę L_2, widzi się obraz p punktu P w pewnym odstępie b od jej

[1]) Przyrząd Jaederin, patrz pkt. 197.

[2]) Oprócz urządzenia do pomiarów odległości niektóre dalmierze mają również urządzenie do pomiarów wysokości. Przyrząd tego rodzaju nazywa się **dalmierzem | wysokościomierzem** (patrz regulamin artylerji przeciwlotniczej Art. 13 / 1931 Ib).

[3]) Patrz odnośnik na str. 51.

osi optycznej, a więc od kreski 0 podziałki płytki ogniskowej, przyczem promienie świetlne, wychodzące z punktu P, tworzą z odstępami B i b i odległością ogniskową f lunety L_2 dwa trójkąty podobne PMN i Mmn. W tych trójkątach wartości B i f są stałe, wartość zaś b, która zależy od odległości D do punktu P, można odczytać na podziałce płytki ogniskowej lunety L_2, a zatem odległość D można obliczyć ze stosunku:

$$\frac{B}{D} = \frac{b}{f}$$

skąd:

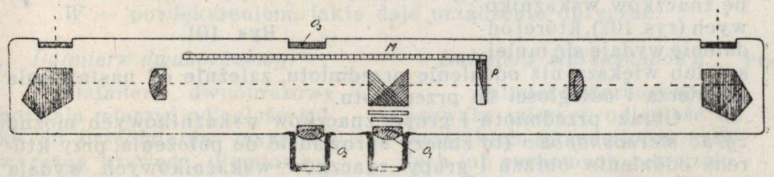
$$D = \frac{B \cdot f}{b}.$$

Zamiast dwóch lunet równoległych dalmierze mają urządzenie optyczne (układ pryzmatów i soczewek), przy którem otrzymuje się to samo zjawisko; całe to urządzenie mieści się w jednej rurce i dalmierz przedstawia się, jak na rysunku 96.

Rozróżnia się dwa rodzaje dalmierzy: *dalmierz dwuobrazowy* i *dalmierz stereoskopowy*.

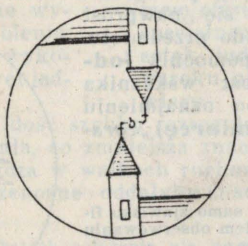
119. Dalmierz dwuobrazowy.

Dalmierz dwuobrazowy (rys. 97) ma tylko jedno właściwe szkło oczne O_1. [1]) Przy obserwowaniu przedmiotu przez szkło oczne widać dwa obrazy tego przedmiotu w odstępie b (rys. 98),

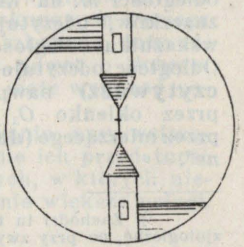


Rys. 97.

przyczem obraz górny jest odwrócony; odstęp zaś b jest mniejszy lub większy, zależnie od oddalenia przedmiotu obserwowanego. Obrazy można *zgrać* (to znaczy sprowadzić je nawprost siebie, jak na rysunku 99) zapomocą **pokrętki** r (rys. 96), której obracanie powoduje przesuwanie pryzmatu odchylającego p (rys. 97), a przez to i przesuwanie jednego z obrazów. Wraz z pryzmatem odchylającym przesuwa się podziałka odległości M, na której po zgraniu o-



Rys. 98.



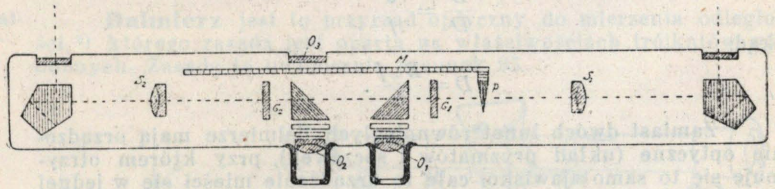
Rys. 99.

[1]) Drugie szkło oczne O_2 nie należy do właściwego urządzenia dalmierczego i służy tylko do odczytywania odległości.

brazów przedmiotu obserwowanego odczytuje się odległość nawprost wskaźnika. Odległość tę może odczytać sam mierzący **(dalmierca)** przez okienko O_2 lub pomocnik **(odczytywacz)** przez okienko O_3.

120. Dalmierz stereoskopowy.

Dalmierz stereoskopowy (rys. 100) ma dwa szkła oczne O_1 i O_2, których odstęp można dostosować do odstępu oczu. Na każdej z **płytek ogniskowych** G_1 i G_2 jest nacięta grupa **znaczków wskaźnikowych** (rys. 101). Przy obserwowaniu przez dalmierz jakiegoś przedmiotu terenu, po dokładnem nastawieniu szkieł ocznych na ostrość i dostosowaniu ich do odstępu oczu, widać tylko jeden obraz przedmiotu [1]) oraz jedną grupę znaczków wskaźnikowych (rys. 102), której oddalenie wydaje się mniejsze lub większe niż oddalenie przedmiotu, zależnie od nastawienia dalmierza i odległości do przedmiotu.

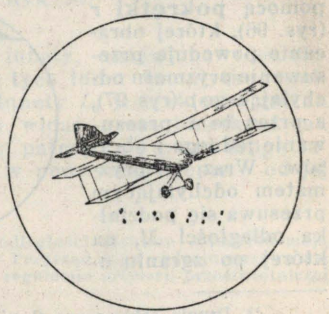


Rys. 100.

Rys. 101.

Obraz przedmiotu i grupę znaczków wskaźnikowych można *zgrać stereoskopowo* (to znaczy sprowadzić do położenia, przy którem oddalenie obrazu i grupy znaczków wskaźnikowych wydają się jednakowe zapomocą pokrętki r (rys. 96), której obracanie powoduje przesuwanie pryzmatu odchylającego p (rys. 100 , a przez to i przesuwanie obrazu przedmiotu, [2]) wskutek czego wydaje się obserwatorowi, że grupa znaczków zbliża się lub oddala od obrazu przedmiotu obserwowanego.

Wraz z pryzmatem odchylającym p przesuwa się podziałka odległości M, na której, po zgraniu obrazu przedmiotu i grupy znaczków, odczytuje się nawprost wskaźnika odległość do przedmiotu. Odległośc odczytuje pomocnik **(odczytywacz)** nawprost wskaźnika przez okienko O_3 po oznajmieniu przez mierzącego **(dalmiercę)** *„zgrane“*.



Rys. 102.

[1]) Zachodzi tu to samo zjawisko fizjologiczne, co przy zwykłem obserwowaniu przedmiotów przez lornetkę.

[2]) W rzeczywistości przesuwanie pryzmatu powoduje przesuwanie tylko obrazu dawanego przez jedną soczewkę przedmiotową S_1 (czyli jednego z dwóch pokrywających się obrazów, widzianych jako jeden) w stosunku do jednej płytki ogniskowej G_1.

121. Sprowadzanie do poziomu.

Jeżeli kąt położenia przedmiotu, czyli nachylenie n linji nacelowania, jest większy niż 150^t (około 8^0), [1]) należy go zmierzyć i sprowadzić otrzymaną odległość D_n do poziomu

$$D_n = D_n \cos n .$$

122. Dokładność

Dokładność mierzenia odległości dalmierzem zależy głównie od:

— *długości dalmierza;* dokładność wzrasta proporcjonalnie do tej długości;

— *powiększenia*, jakie daje urządzenie optyczne dalmierza; dokładność wzrasta proporcjonalnie do powiększenia;

— *wielkości mierzonej odległości*; dokładność maleje mniej więcej proporcjonalnie do kwadratu mierzonej odległości.

Za miernik dokładności mierzenia odległości dalmierzem dwuobrazowym lub stereoskopowym można przyjąć wartości, obliczane ze wzoru:

$$b_p = \frac{D^2 \cdot 60}{P \cdot W},$$

w którym:

b_p jest praktycznym błędem prawdopodobnym pomiaru, wyrażonym w *metrach*,

D — odległością mierzoną, wyrażoną *w kilometrach*,

P — długością dalmierza, wyrażoną *w metrach*,

W — powiększeniem, jakie daje urządzenie optyczne.

123. Przydatność

Dalmierz dwuobrazowy.

Dalmierz dwuobrazowy pozwala mierzyć odległość tylko do przedmiotów mających wyraźną krawędź. Pomiar odległości do samolotów innych przedmiotów o szybkim ruchu jest bardzo trudny; pomiar do obłoku dymu lub rozprysku, punktu świetlnego i podobnych przedmiotów jest niemożliwy.[2])

Posługiwanie się dalmierzem dwuobrazowym nie wymaga specjalnego szkolenia; pomiar odległości może wykonać każdy człowiek, nawet jednooki.

Dalmierz stereoskopowy.

Dalmierz stereoskopowy pozwala mierzyć odległość do wszystkich przedmiotów stałych lub ruchomych, bez względu na ich kształt geometryczny.

Posługiwanie się dalmierzem stereoskopowym wymaga specjalnego szkolenia; duży odsetek ludzi, nawet o dobrym wzroku nie może wykonać pomiaru

Dalmierze ulegają dość szybko rozregulowaniu przy wstrząsach w czasie przewożenia, co zmniejsza znacznie ich przydatność do prac artylerji, zwłaszcza w walkach ruchowych, w których nieduże dalmierze łatwoprzenośne oddałyby znacznie większe usługi.

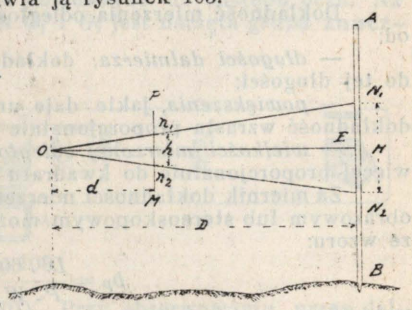
[1]) Przy mniejszych kątach położenia nie uwzględnia się poprawki poziomniczej, gdyż mieści się ona w granicach osiągalnej dokładności pomiaru odległości dalmierzem.

[2]) Niektóre dalmierze dwuobrazowe mają jednak *szkło astygmatyczne* (wydłużające obraz w kierunku pionowym), które zwiększa ich przydatność do pomiaru odległości do przedmiotów o niewyraźnym kształcie geometrycznym i w pewnych wypadkach umożliwia pomiar.

7. Mierzenie odległości odległościomierzem.

124. Zasada odległościomierza.

Odległościomierzem nazywa się dodatkowe urządzenie niektórych lunet, które wraz z łatą służą do mierzenia niedużych odległości. Zasada odległościomierza jest oparta na właściwościach trójkątów podobnych; przedstawia ją rysunek 103.



Rys 103.

O — oko obserwatora;

OE — odległość D, jaką należy określić;

AB — łata umieszczona w punkcie B, prostopadle do linji OE;

PM — płyta przejrzysta, umieszczona w pewnej odległości od O, prostopadle do linji OE;

ON_1 i ON_2 — dwa dowolne promienie widzenia, jednakowo odchylone od linji OE, które odcinają na łacie odcinek H, a na płycie odcinek h; odcinki te tworzą z promieniami dwa trójkąty podobne ON_1N_2 i On_1n_2, między któremi istnieje zależność:

$$\frac{h}{H} = \frac{d}{D}$$

skąd:

$$D = \frac{d \cdot H}{h}.$$

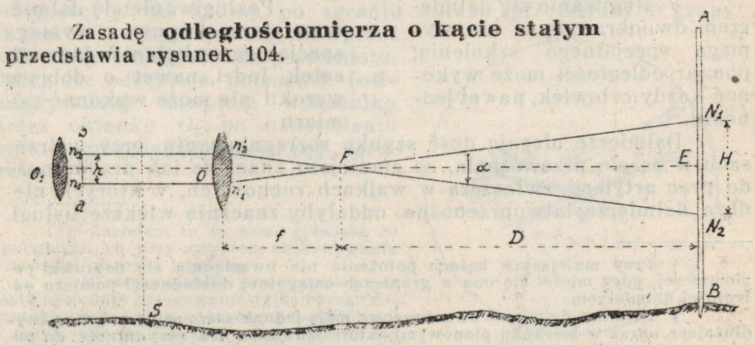
Jeżeli zatem wartości h, d i H są znane, to można określić odległość D.

Stosunek $\frac{d}{h}$ odpowiada kątowi, jaki w punkcie O tworzą promienie świetlne ON_1 i ON_2.

Zależnie od sposobu wyzyskiwania powyższej zależności do mierzenia odległości odróżnia się: odległościomierze o *kącie stałym* i odległościomierze o *kącie zmiennym*.

125. Odległościomierz o kącie stałym.

Zasadę **odległościomierza o kącie stałym** przedstawia rysunek 104.



Rys. 104.

O_1 — soczewka oczna lunety;

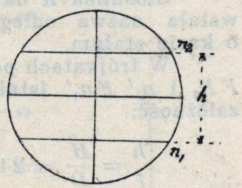
O — soczewka przedmiotowa, której ognisko jest w punkcie F;

f — odległość ogniskowa soczewki O;

AB — łata z podziałką, umieszczoną w punkcie B terenu, prostopadle do osi O_1E;

ab — obraz łaty jaki daje soczewka O.

Wewnątrz lunety mieści się **siatka ogniskowa** (rys. 105), która oprócz dwóch przecinających się nici środkowych, poziomej i pionowej, [1] ma również dwie nici poziome n_1 i n_2 w odstępie h. Przy nastawieniu lunety na ostrość siatkę tę przesuwa się tak, aby w jej płaszczyźnie (prostopadłej do osi optycznej) znalazł się obraz ab łaty [2]. Wartość H jest różnicą dwóch odczytów dokonanych przez lunetę na podziałce łaty, nawprost dolnej i górnej nici poziomych siatki [3].



Rys. 105.

W trójkątach N_1FN_2 i $n_1'FN_2'$ są znane wartości H, h i f, można zatem obliczyć odległość D ze stosunku:

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

skąd:

$$D = \frac{H \cdot f}{h}.$$ [4]

Ponieważ wartości f i h są stałe, przeto ich stosunek $\frac{f}{h} = K$

---

[1] Przecięcie się tych nici leży na osi optycznej lunety, czyli na linji, łączącej środki soczewek—przedmiotowej i ocznej. Oś ta stanowi **oś celowania** lunety.

[2] Jest to osiągnięte wtedy, gdy przy przesuwaniu oka przed soczewką oczną lunety obraz łaty pozostaje nieruchomy względem siatki. W niektórych lunetach, np. w teodolicie Wild'a, siatka jest nieruchoma, a nastawianie na ostrość uskutecznia się przez przesuwanie soczewki rozpraszającej, sprowadzając w ten sposób obraz do płaszczyzny siatki.

[3] Nici n_1 i n_2 są jednakowo oddalone od środkowej poziomej nici siatki. Jeżeli zatem naprowadza się oś celowania lunety na jakąś wiadomą kreskę E podziałki łaty, otrzymuje się zależność (rys. 104):

$$BE = BN_1 - \frac{H}{2}$$

$$BE = BN_2 + \frac{H}{2}$$

skąd:

$$2BE = BN_1 + BN_2.$$

Z tego wzoru wynika, że suma odczytów dokonanych na łacie, nawprost poziomych nici skrajnych, powinna być dwa razy większa niż odcinek BE; obierając odcinek BE równy wysokości lunety, uzyskuje się oś celowania równoległą do linji SB, oraz możność sprawdzenia z powyższego wzoru odczytów dokonanych na łacie.

[4] Jak widać z rysunku 104, otrzymana odległość jest odległością między ogniskiem F soczewki przedmiotowej i łatą AB. Odległość ta jest nieco mniejsza niż odległość między stanowiskiem S przyrządu i łatą. Różnica jest jednak niewielka i w praktyce nie ma znaczenia, jest zresztą stałą i w razie potrzeby możnaby ją uwzględnić. W niektórych przyrządach, jak np. w teodolicie Wild'a, jest ona samoczynnie uwzględniona, dzięki specjalnemu układowi soczewek lub odpowiedniemu zmniejszeniu jednego przedziału podziałki łaty.

jest również stały, a zatem otrzymuje się wzór:

$$D = H \,.\, K.$$

W lunetach wartości f i h są zwykle obrane w ten sposób, aby ich stosunek K wynosił 100.

Wówczas $D = H \,.\, 100$, a w związku z tem *D w metrach równa się H w centymetrach* (rys. 106).

Stosunek K określa także stały kąt α (rys. 104), z czego powstała nazwa odległościomierza o kącie stałym.

W trójkątach podobnych $N_1 F N_2$ i $n_1' F n_1'$ istnieje również zależność:

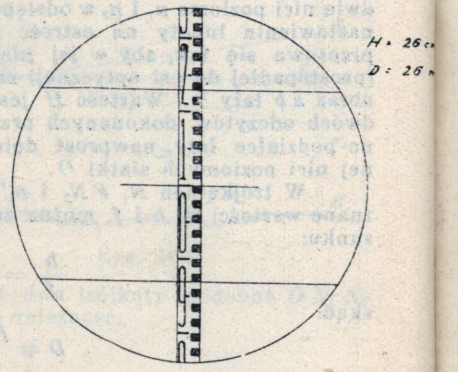
$$\frac{h}{f} = \frac{H}{D} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Ponieważ kąt α jest niewielki, można bez praktycznego błędu przyjąć, że $2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{tg} \alpha$, a stąd, że:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{D},$$

z czego:

$$D = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha}.$$



Rys. 106.

Kąt α nazywa się **kątem odległościomierczym,** a nici n_1 i n_2 **nićmi odległościomierczemi.**

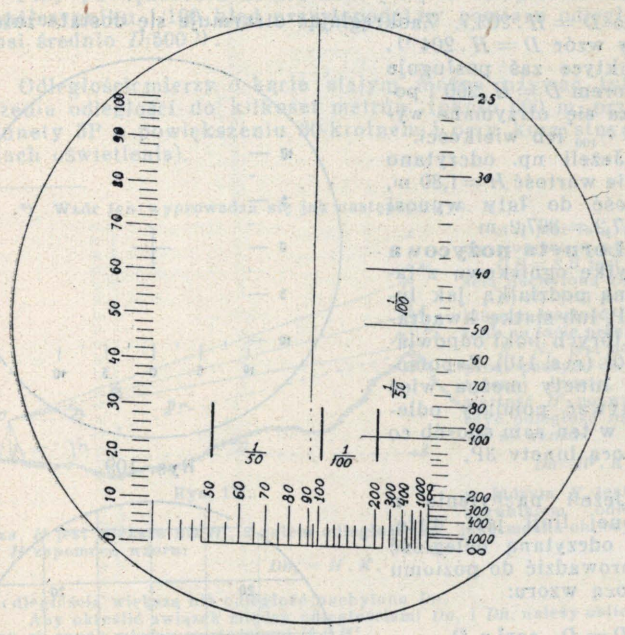
Zamiast siatki ogniskowej niektóre odległościomierze mają **płytkę ogniskową** z dwiema **kreskami odległościomierczemi,** między któremi jest wypisany ułamek, wskazujący wartość **współczynnika odległościomierczego** K (rys. 107).

Celownica z lunetką wz G ma na płytce ogniskowej (rys. 107) sześć kresek odległościomierczych: trzy poziome i trzy pionowe, które określają dwa kąty odległościomiercze poziome i dwa pionowe. Kreski poziome służą do pomiaru odległości z pomocą łaty trzymanej pionowo, a kreski pionowe do pomiaru odległości z pomocą łaty ustawionej poziomo[1]). Ułamek $^1/_{100}$, wpisany między dwiema kreskami poziomemi oraz dwiema pionowemi, oznacza, że $K = 100$, a $D = H \,.\, 100$; ułamek $^1/_{50}$, wpisany między pozostałemi kreskami, oznacza, że $K = 50$, a $D = H \,.\, 50$.

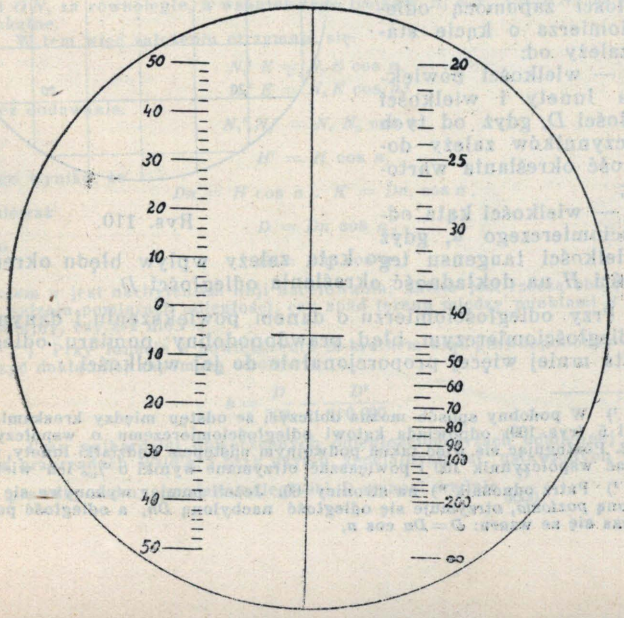
Celownica z lunetką wz. M ma na płytce ogniskowej (rys. 108) trzy kreski, z których skrajne odpowiadają kątowi odległościomierczemu o współczynniku $K = 100$, z czego $D = H \,.\, 100$.

Luneta 3P ma na płytce ogniskowej (rys. 109) kreski poziome i pionowe co 5 tysięcznych, a ponieważ $\operatorname{tg} 5^t = 0{,}004\,908$, przeto odstęp między dwiema sąsiedniemi kreskami, np. 0 i 5, odpowiada kątowi odległościomierczemu o współczynniku $K = \frac{1}{0{,}004\,908} = 203{,}7$,

[1]) Na trójnogu lub innej podstawce.



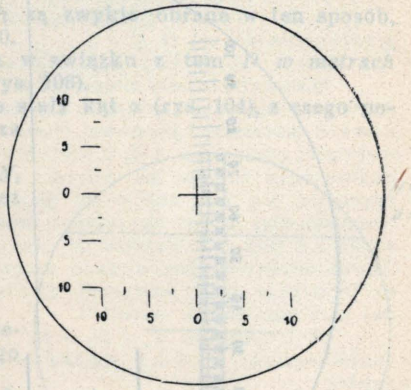
Rys. 107.



z czego $D = H \cdot 203{,}7$. Zaokrąglając otrzymuje się dostatecznie dokładny wzór $D = H \cdot 204$ [1]).
W praktyce zaś posługuje się wzorem $D = H \cdot 200$ i powiększa się otrzymane wyniki o $^2/_{100}$ ich wielkości.

Jeżeli np. odczytano na łacie wartość $H = 1{,}80$ m, odległość do łaty wynosi $360 + 7{,}2 = 367{,}2$ m

Lorneta nożycowa ma płytkę ogniskową z taką samą podziałką jak luneta 3P, lub siatkę kwadratów, których boki odpowiadają $10'$ (rys. 110). Zapomocą tej lunety można więc wykonywać pomiary odległości w ten sam sposób co zapomocą lunety 3P.



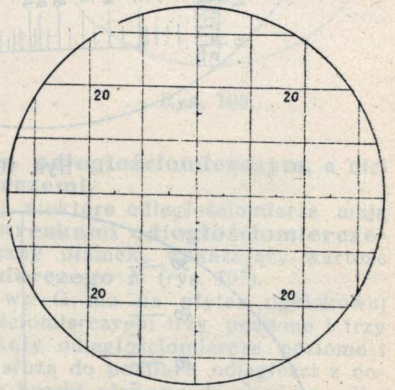
Rys. 109.

126. Sprowadzanie do poziomu. Jeżeli nachylenie n mierzonej linji jest duże, należy odczytaną odległość Dn_1 sprowadzić do poziomu zapomocą wzoru:

$$D = Dn_1 \cos^2 n \ ^2).$$

127. Dokładność Dokładność pomiaru odległości zapomocą odległościomierza o kącie stałym zależy od:

— wielkości powiększenia lunety i wielkości odległości D, gdyż od tych dwu czynników zależy dokładność określania wartości H;



Rys. 110.

— wielkości kąta odległościomierczego α, gdyż od wielkości tangensu tego kąta zależy wpływ błędu określenia wartości H na dokładność określenia odległości D.

Przy odległościomierzu o danem powiększeniu i danym kącie odległościomierczym błąd prawdopodobny pomiaru odległości wzrasta mniej więcej proporcjonalnie do jej wielkości.

---

[1]) W podobny sposób można obliczyć, że odstęp między kreskami 0 i 10 lub 5 i 5 (rys. 109) odpowiada kątowi odległościomierczemu o współczynniku $K = 102$. Posługując się więc takim podwójnym odstępem podziałki lunety, można stosować współczynnik 100 i powiększać otrzymane wyniki o $^2/_{100}$ ich wielkości.

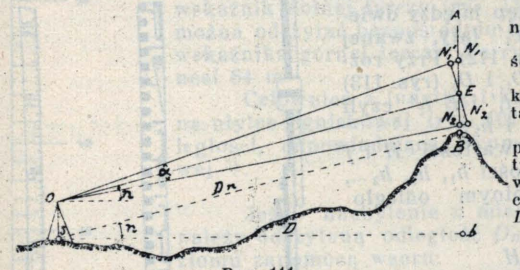
[2]) Patrz odnośnik *) na stronicy 69. Jeżeli pomiar wykonywa się z łatą ustawioną *poziomo*, otrzymuje się odległość nachyloną Dn, a odległość poziomą D oblicza się ze wzoru: $D = Dn \cos n$,

Przy powiększeniu 20-krotnem i kącie odległościomierczym o współczynniku 1/100 błąd prawdopodobny pomiaru odległości D wynosi średnio $D/500$ [1]).

128. Przydatność. Odległościomierzy o kącie stałym można używać tylko do mierzenia odległości do kilkuset metrów (około 600 m, przy użyciu lunety 3P o powiększeniu 30-krotnem i przy korzystnych warunkach oświetlenia).

---

*) Wzór ten wyprowadza się jak następuje (rys. 111):



Rys. 111.

$A\,B$ jest łatą, ustawioną pionowo w punkcie B.
$C\,E = S\,B$ jest odległością nachyloną Dn.
$N_1\,N_2$ jest odcinkiem, którego wartość H odczytano na łacie przez lunetę.
$N_1'\,N_2'$ jest odcinkiem prostopadłym do osi optycznej lunety, którego wartość H' pozwala obliczyć odległość nachyloną Dn ze wzoru:

$$Dn = H' \cdot K,$$

w którym K jest współczynnikiem odległościomierza. H jest większe niż H', a zatem odległość Dn_1, jaką można obliczyć z wartości H zapomocą wzoru:

$$Dn_1 = H \cdot K,$$

jest odległością większą niż odległość nachylona Dn.

Aby określić związek między odległościami Dn_1 i Dn, należy obliczyć równy mu stosunek między wartościami H i H'.

Kąty $A\,E\,N_1'$ i $B\,S\,b$ są jednakowe (mają one ramiona parami do siebie prostopadłe) i równe nachyleniu n linji $O\,E$; poza tem ze względu na niewielką wartość kąta α można bez praktycznego uszczerbku dla dokładności uważać linje $O\,N_1$ i $O\,N_2$ za równoległe, a wskutek tego trójkąty $N_1\,E\,N_1'$ i $N_2\,E\,N_2'$ za trójkąty prostokątne.

W tem więc założeniu otrzymuje się:

$$N_1'\,E = N_1\,E \cos n,$$
$$N_2'\,E = N_2\,E \cos n,$$

a przez dodawanie:

$$N_1'\,N_2' = N_1\,N_2 \cos n,$$

czyli

$$H' = H \cos n,$$

z czego wynika, że

$$Dn = H \cos n \cdot K = Dn_1 \cos n,$$

a ponieważ

$$D = Dn \cos n,$$

przeto

$$D = Dn_1 \cos^2 n,$$

rzyczem n jest nachyleniem linji nacelowania; zatem jest rzeczą obojętną przy jego rodzaju pomiarach odległości, czy spad terenu między punktami S i B jest jednostajny, czy też nie.

[1]) Przy lunecie o powiększeniu 20-krotnem błąd prawdopodobny b można obliczyć dokładniej zapomocą wzoru:

$$b = \frac{D}{500} + \frac{D^2}{100\,000}.$$

Przy najbardziej nowoczesnych odległościomierzach odmiennej budowy, jak w przyrządach Wild'a, i przy użyciu specjalnych łat, ustawionych poziomo, błąd prawdopodobny pomiaru odległości D wynosi średnio $\frac{D}{5000}$.

Przyczymami tego są:
— niemożność dokonania odczytów na łacie z wielkiej odległości,
— wielka długość łaty, jakaby była potrzebna do mierzenia znacznej odległości, z powodu wzrastania wartości H równocześnie ze wzrastaniem odległości.

129. Odległościomierz o kącie zmiennym.

W odległościomierzu o kącie zmiennym wartość H jest stała i określona przez odstęp między dwiema tarczami T_1 i T_1' łaty, zwanej **łatą tarczową** (rys. 112). Przy różnych odległościach D_1 i D_2 (rys. 113) łata daje obrazy $t_1\ t_1'$ i $t_2\ t_2'$ czyli wartości zmienne h_1 i h_2.

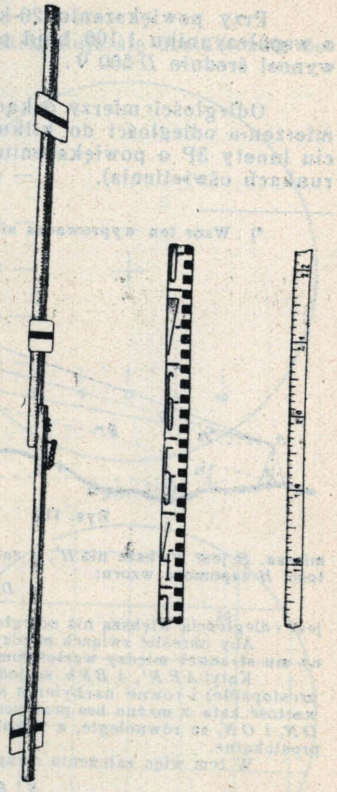
Z wiadomych wartości H i f można obliczyć wartości h_1, h_2, h_3..., odpowiadające dowolnym odległościom D_1, D_2, D_3 ..

$$h_1 = f\frac{H}{D_1}$$

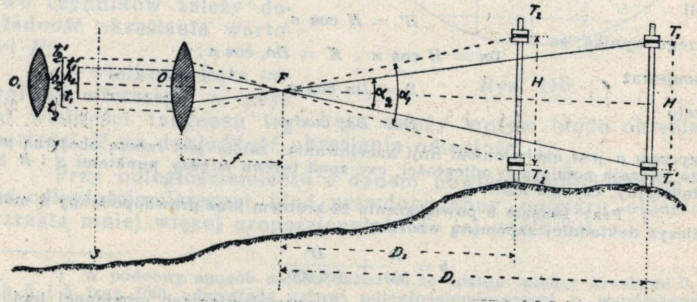
$$h_2 = f\frac{H}{D_2}$$

$$h_3 = f\frac{H}{D_3}$$

Odległości D nieskończenie wielkiej odpowiada wartość h nieskończenie mała, czyli praktycznie punkt [1]. Oznaczając ten punkt na dowolnej linji kreską ze znakiem ∞ i odcinając kolejno od tego punktu



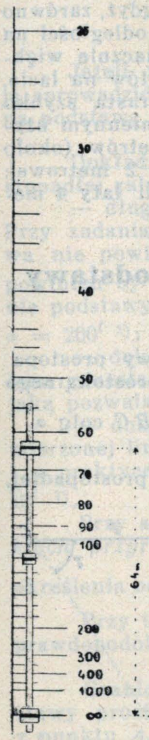
Rys 112.



Rys. 113.

[1]) Punkt ten jest obrazem łaty nieskończenie oddalonej.

odcinki rowne obliczonym wartościom h_1, h_2, h_3 ..., otrzymuje się podziałkę odległości, odpowiadającą łacie mierniczej z odstępem H między tarczami [1].



Rys. 114.

Podziałka ta jest sporządzona na płytce ogniskowej, która w odległościomierzu zastępuje siatkę ogniskową. Przy nastawieniu lunety na ostrość widoku płytkę tę przesuwa się w ten sposób, aby w jej płaszczyźnie (prostopadłej do osi optycznej) znalazł się obraz łaty [2]. Jeżeli wówczas, zmieniając nachylenie lunety, naprowadzi się kreskę ∞ na wskaźnik dolnej tarczy (rys. 114), odległość do łaty można odczytać bezpośrednio na podziałce nawprost wskaźnika górnej tarczy. Na rysunku odległość wynosi 64 m.

Celownica z lunetką i kątomierz-busola mają na płytce ogniskowej (rys. 107 i 108) podziałkę odległości, odpowiadającą dwumetrowej łacie tarczowej [3].

130. Sprowadzanie do poziomu.

Jeżeli nachylenie n mierzonej linji jest duże, należy odczytaną odległość D_n, sprowadzić do poziomu zapomocą wzoru:

$$D = D_n \cos^2 n.$$

131. Dokładność.

Dokładność pomiaru odległości zapomocą odległościomierza o kącie zmiennym zależy od:
— wielkości powiększenia lunety,
— długości łaty,
— wielkości odległości.

Przy lunecie o danem powiększeniu i łacie o danej długości *błąd prawdopodobny pomiaru odległości wzrasta proporcjonalnie do kwadratu odległości.* [4])

Przy lunecie o powiększeniu 6-krotnem i łacie dwumetrowej błąd prawdopodobny pomiaru odległości D wynosi średnio $\left(\frac{D}{100}\right)^2 . 0{,}5$. Błąd ten można zmniejszyć mniej więcej do połowy, używając łaty czterometrowej zamiast dwumetrowej i mnożąc odczytane odległości przez 2.

---

[1]) Ponieważ podziałka jest wykreślnem przedstawieniem wzoru $h = \frac{H}{D}$, w którym f i H są stałe, przeto między odcinkami h_{30}, h_{40}, h_{60}, h_{80}, h_{100}, h_{200}, odpowiadającemi odległościom 30, 40, 60, 80, 100, 200 m istnieje zależność:

$$h_{30} = \frac{h_{30}}{2},\ h_{80} = \frac{h_{40}}{2},\ h_{200} = \frac{h_{100}}{2} \text{ i t. d.}$$

[2]) Jest to osiągnięte wtedy, gdy przy posuwaniu oka przed soczewką oczną lunety obraz łaty pozostaje nieruchomy względem podziałki.

[3]) Łatą dwumetrową nazywa się łata z tarczami stałemi w odstępie 2 m, całkowita długość łaty wynosi 2,5 m.

[4]) Jak widać, błąd wzrasta znacznie szybciej niż w odległościomierzach o kącie stałym.

132. Przydatność. Odległościomierze o kącie zmiennym są przeważnie stosowane w przyrządach z lunetą o małem powiększeniu.

Odległościomierze o kącie zmiennym pozwalają mierzyć odległości większe niż odległościomierze o kącie stałym, gdyż, zarówno nacelowywanie na tarcze łaty, jak i odczytywanie odległości na podziałce umieszczonej w lunecie, jest możliwe w znacznie większych granicach niż wykonywanie przez lunetę odczytów na łacie.

Ze względu jednak na to, że błąd pomiaru wzrasta szybko z wielkością odległości, odległościomierzy o kącie zmiennym używa się tylko do mierzenia odległości do kilkuset metrów (około 200 m przy powiększeniu 6-krotnem i użyciu łaty 2 metrowej; około 400 m przy tem samem powiększeniu i użyciu łaty 4 metrowej).

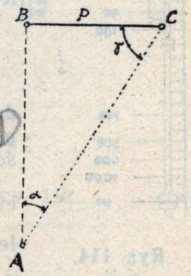
8. Określanie odległości sposobem podstawy prostopadłej.

133. Zasada. Zasada określania odległości sposobem podstawy prostopadłej polega na wyzyskaniu właściwości trójkąta prostokątnego $A\,B\,C$ (rys. 115), w którym odległość $A\,B = \frac{B\,C}{\operatorname{tg}\,\alpha} = B\,C \operatorname{cotg}\,\alpha$.

134. Wykonywanie. Aby określić odległość $A\,B$ sposobem podstawy prostopadłej, należy:

— wytknąć z punktu B linję $B\,C$, prostopadłą do kierunku $A\,B$, zapomocą przyrządu kątomierczego lub tyczki, mającej dwie waskie szczeliny do siebie prostopadłe (pkt. 87). Tyczkę tę należy wbić pionowo w ziemię w punkcie B, poczem obrócić ją w ten sposób, aby jedna szczelina była skierowana na punkt A. Wówczas, patrząc przez drugą szczelinę, można wytknąć linję $B\,C$ prostopadłą do linji $A\,B$;

— odmierzyć zapomocą taśmy mierniczej podstawę P na linji $B\,C$, poczynając od punktu B. Zwykle odmierza się podstawę równą całkowitej ilości taśm, np. 40 lub 60 m;



Rys. 115.

— wbić tyczkę w każdym z końców B i C podstawy;

— zmierzyć z punktu A kąt α, pod jakim widac podstawę P wytkniętą tyczkami [1];

— obliczyć odległość D z wartości P i α zapomocą wzoru:

$$D = \frac{P}{\operatorname{tg}\,\alpha}.$$

Obliczanie wykonywa się przez zwykłe dzielenie, biorąc wartość tg α z tabeli funkcyj trygonometrycznych [2], albo też przez logarytmowanie:

$$\log D = \log P - \log \operatorname{tg}\,\alpha.$$

[1]) Niekiedy jako podstawy do pomiaru niedużej odległości (do 400—500 m) używa się łaty ustawionej poziomo na trójnogu, prostopadle do mierzonej linji.

[2]) W tabelach logarytmów Art. 15 1929.

Przykład. $P = 200$ m, $\alpha = 106{,}7^t$. $\operatorname{tg}\,\alpha = 0{,}1051$

$D = 200 : 0{,}1051 = 1902{,}9$ m.

$\log P = 2{,}30103$

$\log \operatorname{tg}\,\alpha = 1{,}02162$

$\log D = 3{,}27941$

$D = 1902{,}9$ m.

135. Sprowadzanie do poziomu. Jeżeli podstawa leży na terenie o dużym spadzie s, należy ją sprowadzić do poziomu, t. zn. zamienić podstawę nachyloną P_n na podstawę poziomą P zapomocą wzoru $P = P_n \cos s$ (pkt. 140).

136. Dokładność. Dokładność określenia odległości P sposobem podstawy prostopadłej zależy od:

— długości podstawy P i dokładności z jaką ją zmierzono. Przy zadaniach z jakiemi ma się do czynienia w artylerji podstawa nie powinna być krótsza niż $D/20$, [1]) to znaczy, że kąt α nie powinien być mniejszy niż 50^t. Zbyteczne natomiast jest stosowanie podstawy większej niż $D/5$, co odpowiada mniej więcej kątowi $\alpha = 200^t$ [2]);

— dokładności pomiaru kąta α. Należy go zmierzyć sposobem przestawień celem osiągnięcia największej dokładności na jaką pozwala użyty przyrząd kątomierczy;

— dokładności, z jaką uzyskano prostopadłość podstawy do mierzonej linji $A\,B$. Wpływ jednak tego czynnika jest niewielki i w praktyce wystarczy zapewnić prostopadłość w granicach do 10^t [3]).

Przy starannem wykonaniu pomiaru zapomocą taśmy i *zwykłych przyrządów kątomierczych artylerji* błąd prawdopodobny określenia odległości D wynosi średnio w metrach $2\frac{D}{1000} = 2D^{km}$.

Przy użyciu *teodolitu* lub lunety kierunkowej P.T.O.24 błąd prawdopodobny maleje do $^1/_5$ lub nawet do $^1/_{10}$ tej wartości [4]).

137. Przydatność. Granice, w których można określać odległości sposobem podstawy prostopadłej, zależą tylko od możliwości widzenia tyczek z punktu A. Jeżeli odległość $A\,B$ jest znaczna, należy używać tyczek dostatecznie długich (lub żerdzi) z chorągiewką, celem powiększenia ich widoczności.

Określanie odległości sposobem podstawy prostopadłej często się stosuje w zagadnieniach artylerji, szczególnie w wypadkach, gdy przeszkody terenowe utrudniają lub uniemożliwiają pomiar odległości taśmą wzdłuż linji prostej.

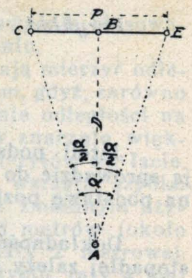
[1]) Przy użyciu jednak dokładnych przyrządów, jak teodolitu i lunety kierunkowej P.T.O.24, które pozwalają mierzyć kąty z wielką dokładnością, długość podstawy można zmniejszyć do $D/_{60}$ lub nawet do $D/_{250}$, gdy jako podstawy, używa się łaty ustawionej na trójnogu (pomiar odległości do 400—500 m).

[2]) Ze względu na to, że kąt α odpowiadający podstawie, wynoszącej od $D/20$ do $D/5$, waha się w granicach od 50 do 200^t, można, w razie braku tabel logarytmów i tabeli wartości tangensów, posługiwać się wartością samego kąta, wyrażonego w liczbie dziesiętnej zamiast wartości tangensu i powiększyć otrzymaną odległość o $^1/_{1000}$ jej wielkości.

[3]) Tę dokładność można zapewnić zapomocą łaty mierniczej ze szczelinami.

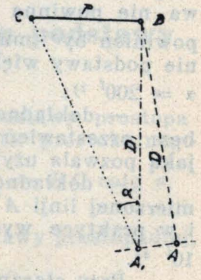
[4]) Gdy jako podstawy używa się *łaty inwarowej*, ustawionej poziomo na trójnogu, prostopadle do mierzonej linji, błąd prawdopodobny pomiaru teodolitem Wild'a wynosi około D/3000.

UWAGA 1. Jeżeli podstawy nie można odmierzyć w jedną tylko stronę linji $A\,B$, należy odmierzyć w każdą stronę odcinek, równy połowie podstawy (rys. 116). Ponieważ kąt α jest nieznaczny, można przyjąć, że $\operatorname{tg}\alpha = 2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$, a stąd stosować także wzór $D = \frac{P}{\operatorname{tg}\alpha}$.



Rys. 116.

UWAGA 2. Jeżeli kąta α nie można zmierzyć z punktu A, należy to uczynić z pobliskiego punktu A_1, odległego o kilka metrów [1]) (rys. 117), leżącego mniej więcej na prostopadłej do linji $A\,B$, a podstawę $B\,C$ obrać prostopadle do linji $A_1\,B$. Różnica między otrzymaną przy tem odległością D_1 a szukaną odległością D nie ma praktycznego znaczenia, i można przyjąć D_1 jako D.



Rys. 117.

UWAGA 3. Jeżeli kąta α nie można zmierzyć z punktu A lub pobliskiego punktu A_1, należy zmierzyć kąty β i γ (rys. 118) i wyprowadzić kąt α z zależności:

$$\alpha = 3200^t - (\beta + \gamma).$$

Gdyby prostopadłość podstawy względem linji $A\,B$ była dokładnie uzyskana, wystarczyłoby zmierzyć kąt γ i wyprowadzić kąt α z zależności:

$$\alpha = 1600^t - \gamma.$$

Rys. 118.

Naogół jednak korzystniej jest zmierzyć kąty β i γ ze względu na to, że łatwiej jest uwzględnić niedokładność przyrządów kątomierczych przy mierzeniu kątów, niż przy odmierzaniu (odkładaniu) ich od danego kierunku. Wreszcie niezależnie od tego, czy się mierzy lub odmierza kąt β, należy, ze względu na dokładność, obrać podstawę nie krótszą niż $D/10$.

UWAGA 4. Jeżeli nie można obrać podstawy prostopadłej do linji $A\,B$ (z dokładnością do 10^t), należy zastosować sposób podstawy bocznej.

[1]) Lub kilkanaście metrów.

9. Określanie odległości sposobem podstawy bocznej.

138. Zasada.

Zasada określania odległości sposobem podstawy bocznej (rys. 119) polega na wyzyskaniu właściwości trójkąta ukośnokątnego, w którym:

$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}.$$

Rys. 119.

139. Wykonywanie.

Aby określić odległość $A\,C = D$ (rys. 120) sposobem podstawy bocznej, należy:

— obrać podstawę P w ten sposób, aby z każdego z jej końców A i B widać było drugi koniec oraz punkt C;

— zmierzyć podstawę P zapomocą taśmy;

— zmierzyć kąty α i β zapomocą przyrządu kątomierczego [1]);

— wyprowadzić wartość kąta γ z wartości zmierzonych kątów α i β;

$$\gamma = 3200^t - (\alpha + \beta);$$

— obliczyć odległość D, rozwiązując trójkąt $A\,B\,C$, którego wszystkie kąty i jeden bok P są znane;

$$\frac{P}{\sin\gamma} = \frac{D}{\sin\beta}, \text{ skąd } D = \frac{P\sin\beta}{\sin\gamma}.$$

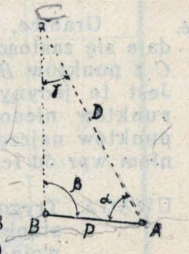
Obliczenia dokonywa się zapomocą logarytmowania: $\log D = \log P + \log\sin\beta + \operatorname{colog}\sin\gamma$.

Przykład: $P = 410$ m, $\alpha = 1505^t$, $\beta = 1484{,}5^t$

$\alpha + \beta = 1505^t + 1484{,}5^t = 2989{,}5^t$

$\gamma = 3200^t - 2989{,}5^t = 210{,}5^t$

$\log P =$	2,61278
$\log\sin\beta =$	1,99720
$\operatorname{colog}\sin\gamma =$	0,68784
$\log D =$	3,29782
$D =$	1985,3 m.



Rys. 120.

140. Sprowadzanie do poziomu.

Jeżeli *podstawa* leży na terenie mniej więcej poziomym, odległość obliczona powyższym sposobem jest odległością poziomą [2]). Jeżeli podstawa leży na terenie o dużym spadzie s, należy sprowadzić ją do poziomu, to znaczy, zamienić zmierzoną podstawę nachyloną P_n na podstawę poziomą P zapomocą wzoru $P = P_n\cos s$. Przy obliczaniu zatem odległości należy wstawić do dodawania logarytmicznego wyraz „log cos s“. Tak więc, jeżeli w powyższym przykładzie spad terenu s wzdłuż podstawy wynosi 85^t, otrzymuje się:

[1]) Aby zmierzyć kąt α należy ustawić przyrząd w punkcie A, tyczkę zaś w punkcie C; aby zmierzyć kąt β, należy ustawić przyrząd w punkcie C, a tyczkę w punkcie A.

[2]) Spad terenu wzdłuż linji $C\,B$ i $C\,A$ nie ma znaczenia.

$\log P_n = \ldots\ldots 2{,}61278$
$\log \cos s \ldots\ldots 1{,}99849$
$\log \sin \beta = \ldots\ldots 1{,}99720$
$\operatorname{colog} \sin \gamma = \ldots\ldots 0{,}68784$
$\log D = \ldots\ldots 3{,}29631$
$D = \ldots\ldots 1977{,}8$ m.

Jeżeli spad terenu nie jest jednakowy wzdłuż całej długości podstawy, należy dzielić podstawę na odcinki o jednostajnym spadzie (pkt. 100).

141. Dokładność. Dokładność określenia odległości D sposobem podstawy bocznej zależy od:

— długości podstawy i dokładności z jaką ją zmierzono; podstawa nie powinna być mniejsza niż $D/10$;

— dokładności zmierzenia kątów α i β; punkty A i B należy ustalić w terenie w ten sposób, aby zapewnić możność kolejnego ustawienia tyczki i przyrządu dokładnie w tem samem miejscu [1]; kąty zaś należy mierzyć sposobem przestawień.

Przy użyciu zwykłych przyrządów kątomierczych artylerji błąd prawdopodobny określenia odległości D wynosi w metrach średnio $3\frac{D}{1000}$, czyli $3D^{km}$.

142. Przydatność. Granice, w których powyższy sposób określania odległości daje się zastosować, zależą tylko od możliwości widzenia punktu C z punktów B i A, jako też z punktu B punktu A i odwrotnie. Jest to jedyny sposób pozwalający na określenie odległości do punktów niedostępnych [2]. Z określeniem odległości do takich punktów najczęściej jest związane określanie ich położenia wcinaniem wprzód (część II).

UWAGA. Trygonometryczne rozwiązanie trójkąta A B C można zastąpić rozwiązaniem wykreślnem, budując w pewnej dowolnej skali odpowiedni trójkąt z wartości uprzednio zmierzonych kątów α i β oraz długości podstawy P. Ponadto zadanie można też wykonać wykreślnie bezpośrednio w terenie zapomocą przyrządów stolikowych. Rozwiązania wykreślne stosuje się jednak rzadko, gdyż są mniej dokładne i mniej dogodne niż rozwiązania trygonometryczne.

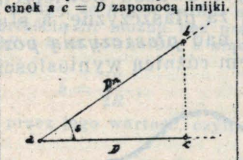
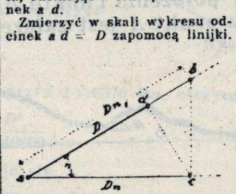
10. Sprowadzanie odległości do poziomu.

143. Sposoby sprowadzania odległości do poziomu. Sposoby sprowadzania odległości do poziomu są zestawione w następującej tabeli.

[1]) Jeżeli można należy ustawić jeden przyrząd w każdym z końców podstawy albo też ustawić jeden trójnóg w każdym z końców podstawy i przenieść właściwy kątomierz z jednego trójnoga na drugi.

[2]) *Punktem niedostępnym* nazywa się punkt, do którego nie można dojść z powodu przeszkód terenowych lub w którym nie można ustawić przyrządu kątomierczego z powodu jego położenia.

Sprowadzanie odległości do poziomu.

Sposób.	Odległość nachyloną Dn zmierzono **krokami, taśmą** lub **łatami** na terenie o spadzie s.	Odległość Dn, zmierzono **odległościomierzem** przy nachyleniu n linji nacelowania i *płonowem ustawieniu łaty* [3]).	Odległość nachyloną Dn zmierzono **dalmierzem** przy nachyleniu n nacelowania.
Sposób trygonometryczny.	*Wzór:* $D = Dn \cos s$. *Rozwiązania:* *a) zapomocą logarytmowania:* $\log D = \log Dn + \log \cos s$. *Przykład:* $Dn = 140$ m, $s = 190^t$ $\log 140 = \ldots\ldots 2{,}14\,613$ $\log \cos 190^t = \ldots 1{,}99\,240$ $\log D = \ldots\ldots 2{,}13\,853$ $D = \ldots\ldots 137{,}57$ m. *b) zapomocą wartości cosinusu.* *Przykład:* $Dn = 140$ m, $s = 190^t$ $\cos 190^t = 0{,}9827$ $D = 140 \times 0{,}9827 = 137{,}58$ m. Można też posługiwać się wzorem: $D = Dn - Dn\,(1 - \cos s)$, w którym $Dn\,(1 - \cos s)$ przedstawia poprawkę poziomniczą b jaką należy odjąć od odległości Dn, aby otrzymać odległość D. Przykład: $D = 140$ m, $s = 190^t$ $\cos 190^t = 0{,}9827$, $1 - 0{,}9827 = 0{,}073$ $p = 140 \times 0{,}0173 = 2{,}42$ m $D = 140 - 2{,}42 = 137{,}58$.	*Wzór:* $D = Dn_1 \cos^2 n$. *Rozwiązania:* *a) zapomocą logarytmowania:* $\log D = \log Dn_1 + 2 \log \cos n$. *Przykład:* $Dn_1 = 140$, $n = 190^t$ $\log 140 = \ldots\ldots 2{,}14\,613$ $\log \cos 190^t = \ldots 1{,}99\,240$ " " " $= \ldots 1{,}99\,240$ $\log D = \ldots\ldots 2{,}13\,093$ $D = \ldots\ldots 135{,}19$ m. *b) zapomocą wartości cosinusu.* *Przykład:* $Dn_1 = 140$ m, $n = 190^t$ $\cos 190^t = 0{,}9827$ $\cos^2 100^t = 0{,}9827 \times 0{,}9827 = 0{,}9657$ $D = 140 \times 0{,}9657 = 135{,}2$ m.	*Wzór:* $D = Dn \cos n$. *Rozwiązania:* Jak przy odległościach zmierzonych taśmą z tem, że zamiast spadu terenu s należy brać nachylenie n.
Zapomocą tabel poprawek poziomniczych.	Odczytać poprawkę poziomniczą b w tabeli (zał. 5a), w zależności od odległości nachylonej Dn i wartości spadu terenu s. *Przykład:* $Dn = 140$ m, $s = 190^t$. Poprawka $b = -2{,}5$ m $D = 140 - 2{,}5 = 137{,}5$ m.	Odczytać poprawkę poziomniczą b, w tabeli (zał. 5b) w zależności od odległości zmierzonej Dn_1 i wartości spadu terenu s. *Przykład:* $Dn_1 = 140$ m, $s = 190^t$. Poprawka $b_1 = -4{,}8$ m $D = 140 - 4{,}8 = 135{,}2$ m.	"
Sposób wzoru praktycznego.	Tylko przy spadzie terenu mniejszym niż 300^t. *Wzór:* $b = Dn \frac{(s/1000)^2}{2}$; [4]) s jest wyrażone w tysięcznych, a Dn w metrach. *Przykład:* $Dn = 140$ m, $s = 190^t$. $b = 140 \frac{0{,}19^2}{2} = 2{,}5$ m $D = 140 - 2{,}5 = 137{,}5$ m.	Tylko przy nachyleniu linji nacelowania mniejszem niż 300^t. *Wzór:* $b_1 = Dn_1 (n/1000)^2$; n jest wyrażone w tysięcznych, a Dn_1 w metrach. *Przykład:* $Dn_1 = 140$ m, $n = 190^t$ $b_1 = 140 - 0{,}19^2 = 5{,}1$ m $D = 140 - 5{,}1$ m $= 135{,}1$ m.	"
Sposób wykreślny.	Wykreślić dwie proste, tworzące ze sobą kąt s, równy wielkości spadu terenu (rys. 121). Poczynając od wierzchołka a kąta s odłożyć na jednem z jego ramion odległość Dn w jak największej skali. Z końca b odłożonego odcinka opuścić prostopadłą do drugiego ramienia kąta s, odcinając w ten sposób odcinek $a\,c$. Zmierzyć w skali wykresu odcinek $a\,c = D$ zapomocą linijki.  Rys. 121.	Wykreślić dwie proste, tworzące ze sobą kąt n, równy wartości nachylenia linji nacelowania (rys 122). Poczynając od wierzchołka a kąta n odłożyć na jednem z jego ramion odległość Dn_1 w jak największej skali. Z końca b odłożonego odcinka opuścić prostopadłą do drugiego ramienia kąta n, odcinając w ten sposób odcinek $a\,c$. Z punktu c wystawić prostopadłą do pierwszego ramienia kąta, odcinając w ten sposób odcinek $a\,d$. Zmierzyć w skali wykresu odcinek $a\,d = D$ zapomocą linijki.  Rys. 122.	"

[3]) W tym wzorze wartość $s/_{1000}$ jest przybliżoną wartością tg s. Właściwością wzoru, którą łatwo zapamiętać, jest to, *że dla odległości 100 m poprawka b równa się połowie kwadratu wielkości spadu s wyrażonego w setkach tysięcznych.*

[4]) Jeżeli pomiar wykonywa się z łatą ustawioną *poziomo*, otrzymuje się odległość nachyloną Dn, a odległość poziomą D oblicza się ze wzoru $D = Dn \cos n$.

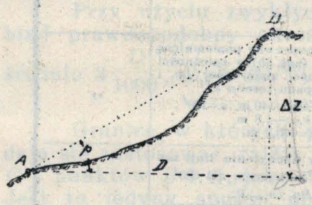
ROZDZIAŁ C.

POMIARY WYSOKOŚCI. OKREŚLANIE WYNIOSŁOŚCI. NIWELACJA.

1. Określenia ogólne.

144. Przedmiot pomiarów wysokości. Pomiary wysokości mają na celu określanie wyniosłości punktów nad poziomem morza przy nawiązaniu do punktów o wiadomej już wyniosłości [1]). Pomiary te polegają na określaniu różnicy wyniosłości punktów.

145. Różnica wyniosłości i wysokość położenia punktów. **Różnica wyniosłości** ΔZ dwóch punktów A i B, czyli **wysokość położenia** jednego punktu B względem drugiego A, może być *dodatnia* (rys. 123) lub *ujemna* (rys. 124).



Rys. 123.

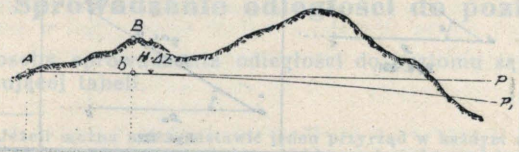
Rys. 124.

Jeżeli wiadoma jest wyniosłości Z_A punktu A i wysokość położenia ΔZ punktu B względem punktu A, można obliczyć wyniosłość Z_B punktu B, dodając do Z_A wartość ΔZ.

$$Z_B = Z_A + \Delta Z$$

przyczem wartość ΔZ należy brać z jej znakiem.

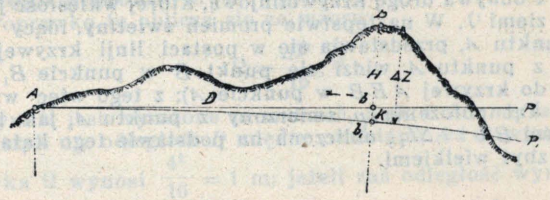
146. Wpływ krzywizny powierzchni ziemi i załamywania się promieni świetlnych na pomiary wysokości. Jeżeli odległość między dwoma punktami A i B jest nieznaczna (rys 125), można w praktyce uważać powierzchnię poziomową przechodzącą przez punkt A za płaszczyznę, a stąd przyjąć, że wysokość H położenia punktu B nad *płaszczyzną poziomą* przechodzącą przez punkt A jest zarazem różnicą wyniosłości ΔZ punktów A i B.



Rys 125.

[1]) Określanie wyniosłości tych punktów podstawowych wchodzi w zakres niwelacji (pkt. od 153 do 157)

Jeżeli zaś odległość między punktami jest duża (rys. 126) należy uwzględnić wpływ krzywizny powierzchni ziemi i załamywania się promieni świetlnych [1]).



Rys. 126.

Rysunek przedstawia w jaki sposób krzywizna powierzchni ziemi wpływa na pomiar wysokości.

Odcinek $B\ b_1$ jest rzeczywistą różnicą wyniosłości ΔZ punktów A i B, czyli wysokością położenia punktu B *nad powierzchnią poziomową* P_1, przechodzącą przez punkt A.

Odcinek $B\ b$ jest wysokością położenia H punktu B *nad płaszczyzną poziomą* P, przechodzącą przez punkt A.

Odcinek $b\ b_1$ jest **poprawka k na krzywiznę,** jaką należy uwzględnić przy określaniu różnicy wyniosłości punktów A i B.

Poprawkę k można obliczyć ze wzoru:

$$k = D^2 \cdot 0{,}0785,$$

w którym k jest wyrażone w *metrach* a D w *kilometrach* [2]).

[1]) Przy ścisłych pomiarach wysokości wykonywanych zapomocą bardzo dokładnych przyrządów, wpływ tych dwóch czynnikow uwzględnia się poczynając od odległości 0,5 km, przy używaniu zaś mniej dokładnych przyrządów od odległości 2 km.

[2]) Przy obliczaniu tej poprawki można bez praktycznego błędu uważać ziemię za kulę o promieniu $R = 6370$ km (rys. 127). W tem więc założeniu poprawkę k można obliczyć z trójkąta prostokątnego $A\ O\ b$:

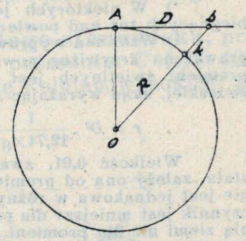
$$D^2 + R^2 = (R + k)^2$$
$$D^2 = (2R + k) \cdot k$$

wobec czego:

$$k = \frac{D^2}{2R + k}.$$

Biorąc zaś pod uwagę, że k jest bardzo małe w porównaniu z wartością $2R$ można bez praktycznego błędu uważać $2R + k$ za równe $2R$, a stąd też przyjąć, że:

$$k = \frac{D^2}{2R}.$$



Rys. 127.

Zastępując $2R$ przez jego wartość, czyli przez 2×6370 km, otrzymuje się:

$$k = \frac{D^2}{12740000}.$$

Wyrażając zaś D w kilometrach otrzymuje się:

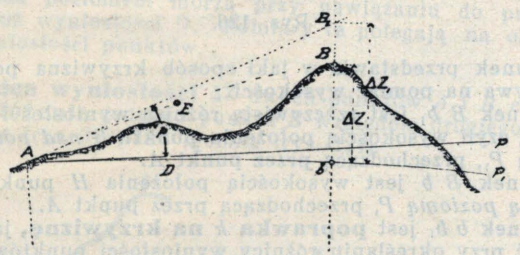
$$k = \frac{D^2}{12{,}74},$$

czyli

$$k = D^2 \cdot \frac{1}{12{,}74} = D^2 \cdot 0{,}0785.$$

Wartość 0,0785 nazywa się **współczynnikiem krzywizny** K_k.

Rysunek 128 przedstawia, w jaki sposób refrakcja wpływa na pomiary wysokości. Z powodu nierównomiernej gęstości powietrza w poszczególnych warstwach, każdy promień świetlny załamuje się i odbywa drogę krzywolinjową, której wklęsłość jest zwrócona ku ziemi [1]). W następstwie promień świetlny, idący z punktu B do punktu A, przedstawia się w postaci linji krzywej $A\,E\,B$, a zatem z punktu A widzi się punkt B w punkcie B_1 (na linji stycznej do krzywej $A\,E\,B$ w punkcie A); z tego więc wynika, że zarówno kąt położenia p, zmierzony z punktu A, jak i różnica wyniosłości $B\,b = \Delta Z_1$, obliczona na podstawie tego kąta, są wartościami zbyt wielkiemi.



Rys. 128.

Odcinek $B_1\,B$ jest **poprawką r na refrakcję.** Z wielkiem przybliżeniem można ją obliczyć zapomocą wzoru:

$$r = \frac{D^2}{100}, \quad [2])$$

w którym r jest wyrażone *w metrach*, a D *w kilometrach*.

---

[1]) W niektórych jednak wypadkach, jak przy promieniach świetlnych, biegnących tuż nad powierzchnią ziemi, zachodzić może zjawisko odwrotne.

[2]) Wzór ten wyprowadza się w ten sam sposób co wzór do obliczania poprawki na krzywiznę powierzchni ziemi, przyjmując, że promień R krzywizny promieni świetlnych jest osiem razy większy niż średni promień R elipsoidy ziemskiej, skąd wyrażając D *w kilometrach* otrzymuje się:

$$r = D^2 \cdot \frac{1}{12{,}74 \times 8} = D^2 \cdot 0{,}0098, \text{ czyli okrągło } D^2 \cdot 0{,}01 = \frac{D^2}{100}.$$

Wielkość 0,01, zwaną **współczynnikiem refrakcji** Kr, nie jest jednak stała, zależy ona od promienia krzywizny promieni świetlnych, którego wartość nie jest jednakowa w różnych miejscach i w różnych porach dnia i roku. Współczynnik jest mniejszy dla promieni świetlnych biegnących wysoko nad powierzchnią ziemi niż dla promieni biegnących tuż nad tą powierzchnią. Poza tem współczynnik Kr jest największy w godzinach porannych i wieczornych; najmniejszy zaś i najmniej zmienny między godziną 10 a 15, dlatego też najkorzystniej jest wykonywać pomiary wysokości w tej porze dnia.

Ponadto, aby zmniejszyć do minimum wpływ refrakcji przy bardzo dokładnych pomiarach wysokości, stosuje się **sposób wzajemnych i jednoczesnych pomiarów** kątów położenia, wykonywając w tej samej chwili pomiar kąta położenia punktu B w stosunku do punktu A i punktu A w stosunku do punktu B.

W miernictwie stosuje się również współczynnik refrakcji $K = {}^1/_8 = 0{,}125$ (w zaokrągleniu 0,13), który jest stosunkiem średniego promienia krzywizny powierzchni ziemi do średniego promienia krzywizny promieni świetlnych.

Przy stosowaniu współczynnika K różnicę wyniosłości ΔZ oblicza się zapomocą wzoru:

$$\Delta Z = D \operatorname{tg} p + (1 - K)\frac{D^2}{2R} = D \operatorname{tg} p + 0{,}87\,\frac{(D/_{100})^2}{12{,}74}.$$

Z rysunku 126 i 128 widać, że poprawki k na krzywiznę i r na refrakcję mają odwrotne znaki.

Wypadkowa tych dwóch poprawek nazywa się **poprawką pozornego poziomu** Ω.

Poprawkę tę oblicza się ze wzoru:

$$\Omega = \frac{D^2}{16}, \quad [1])$$

w którym Ω jest wyrażone *w metrach*, a D *w kilometrach*.

Jeżeli np. odległość D między punktami A i B wynosi 4000 m, poprawka Ω wynosi $\frac{4^2}{16} = 1$ m; jeżeli zaś odległość wynosi 8 km, poprawka Ω wynosi $\frac{8^2}{16} = 4$ m.

147. Rodzaje pomiarów wysokości.

Zależnie od sposobu wykonania pomiarów wysokości i rodzaju użytych przyrządów rozróżnia się:

— trygonometryczny pomiar wysokości,

— geometryczny pomiar wysokości,

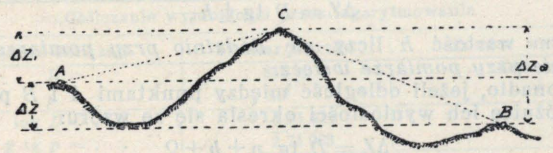
— barometryczny pomiar wysokości [2]).

Ponadto zależnie od położenia przyrządu w stosunku do punktu o wiadomej wyniosłości, stanowiącej podstawę do określenia wyniosłości drugiego punktu, rozróżnia się:

— **pomiar wysokości wprzód,** przy którym przyrząd ustawia się na stanowisku A o wiadomej wyniosłości i określa się wysokość położenia punktu B w stosunku do stanowiska; przy takim pomiarze określana różnica wyniosłości jest tego samego znaku co kąt położenia;

— **pomiar wysokości wstecz,** przy którym przyrząd ustawia się w punkcie B o niewiadomej wyniosłości i określa się wysokość położenia stanowiska A w stosunku do tego punktu; przy takim pomiarze określana różnica wyniosłości jest odwrotnego znaku niż kąt położenia;

— **pomiar wysokości z pośredniego stanowiska,** przy którym przyrząd ustawia się w punkcie pośrednim C (rys. 129), z którego widać punkty A i B i określa się kolejno wysokość po-



Rys. 129.

---

[1]) Ponieważ Ω jest sumą algebraiczną poprawek k i r, przeto $\Omega = D^2 \times (0{,}0735 - 0{,}0100) = D^2 \times 0{,}0635 = D^2 \times \frac{635}{10000} = D^2 : \frac{10000}{687} = \frac{D^2}{15{,}78}$, czyli w zaokrągleniu $\frac{D^2}{16}$.

[2]) Barometryczny pomiar wysokości, jako nie mający prawie zastosowania w artylerji jest omówiony w dodatku I.

łożenia punktu A i punktu B względem stanowiska C; przy takim pomiarze różnica algebraiczna dwóch otrzymanych różnic wyniosłości ΔZ_1 i ΔZ_2 przedstawia różnicę wyniosłości ΔZ między punktami A i B.

$$\Delta Z = \Delta Z_2 - \Delta Z_1 .$$

Jeżeli odległości CA i CB są jednakowe, pomiar nazywa się **pomiarem wysokości ze środka.**

2. Trygonometryczny pomiar wysokości.

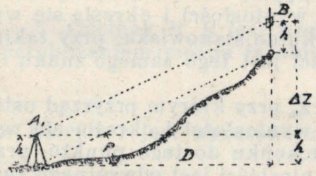
148. Zasada trygonometrycznego pomiaru wysokości.

Trygonometryczny pomiar wysokości polega na określaniu różnicy wyniosłości punktów z pomocą *pomiarów odległości i kątów położenia.*

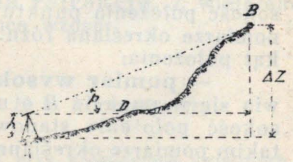
Jeżeli odległość między punktami A i B jest mniejsza niż 2 km, rżnicę ich wyniosłosci określa się ze wzoru:

$$\Delta Z = D \operatorname{tg} p .\ ^{1})$$

Wzór ten daje jednak rzeczywistą różnicę wyniosłości punktów A i B tylko wtedy, gdy zmierzono rzeczywisty kąt położenia p punktu B względem punktu B, czyli nachylenie linji $A\,B$ lub równoległej do niej linji $A_1\,B_1$ (rys. 130). Najczęściej zaś, aby



Rys. 130.



Rys. 131.

uwzględnić wysokość h lunety przyrządu nad punktem A (rys. 131) należy obliczyć ΔZ ze wzoru:

$$\Delta Z = D \operatorname{tg} \pm h ,$$

w którym wartość h liczy się *dodatnio przy pomiarze wprzód*, a *ujemnie przy pomiarze wstecz.*

Ponadto, jeżeli odległość między punktami A i B przekracza 2 km, różnicę ich wyniosłości określa się ze wzoru:

$$\Delta Z = D \operatorname{tg}\ p \pm h \pm \Omega ,$$

w którym poprawkę pozornego poziomu Ω liczy się *dodatnio przy pomiarze wprzód*, a *ujemnie przy pomiarze wstecz.*

Ostatecznie więc do obliczenia różnicy wyniosłości dwóch punktów służą wzory:

[1]) Jeżeli wiadoma jest odległość nachylona Dn, można też używać wzoru $\Delta Z = Dn \sin p$. Przy obu wzorach $\Delta Z = D \operatorname{tg} p$ i $\Delta Z = Dn \sin p$ przyjmuje się, że kierunki pionu są równoległe; nieścisłość, wynikająca z tego uproszczenia, nie ma żadnego znaczenia (przy $D = 2000$ m i $p = 45^0$ błąd nie przekracza 0,1 mm).

— *przy pomiarze wprzód*: $\Delta Z = D \operatorname{tg} p + h + \Omega$, przyczem iloczyn $D \operatorname{tg} p$ jest tego samego znaku, co kąt położenia;

— *przy pomiarze wstecz*: $\Delta Z = D \operatorname{tg} p - h - \Omega$, przyczem iloczyn $D \operatorname{tg} p$ jest odwrotnego znaku niż kąt położenia.

149. Obliczanie wyniosłości.

Aby uniknąć omyłek przy obliczaniu wyniosłości, najdogodniej jest stosować zawsze wzór:

$\Delta Z = D \operatorname{tg} p + h + \Omega$, a przy pomiarze wstecz zmienić znak obliczonej wartości ΔZ.

Aby zatem określić wyniosłość punktu B na podstawie wyniosłości punktu A, należy zmierzyć lub obliczyć:

D — (odległość topograficzna);

p — (kąt położenia);

$H = D \operatorname{tg} p$ (wartość H jest tego samego znaku co kąt położenia; oblicza się ją zapomocą wartości tangensu) lub logarytmowania;

h — (wysokość lunety przyrządu nad punktem A);

$\Omega = \dfrac{(D/_{1000})^2}{16}$ (poprawka pozornego poziomu);

$\Delta Z = H + h + \Omega$ (przy pomiarze wstecz należy zmienić znak otrzymanej wartości ΔZ);

$Z_B = Z_A + \Delta Z$ (ΔZ należy brać z jego znakiem).

Tabela niżej umieszczona podaje przykłady obliczania wyniosłości.

Obliczanie wyniosłości z pomocą tangensu kąta położenia.

Kolejność obliczeń	Pomiar wprzód	Pomiar wstecz
$D =$	815 m	4200 m
$p = +$	$+ 56^t$	$- 6^t$
$\operatorname{tg} p =$	0,055	0,0059
$H = D \operatorname{tg} p \ldots = \pm$[1])	$815 \times 0{,}055 = + 44{,}82$	$4200 \times 50{,}009 = - 24{,}78$
$h \ldots \ldots = +$	$+ 1{,}20$	$+ 1{,}30$
$\Omega = \dfrac{(D/_{1000})^2}{16} = +$	$\dfrac{0{,}8^2}{16} = + 0{,}04$	$\dfrac{4{,}2^2}{16} = + 1{,}10$
ΔZ { przy pomiarze wprzód =	$+ 46{,}06$	$- 22{,}38$
ΔZ { przy pomiarze wstecz =		$+ 22{,}38$
$Z_A =$	86,70	146,40
$Z_B =$	132,76	168,78

Obliczanie wyniosłości przez logarytmowanie

Kolejność obliczeń	Pomiar wprzód	Pomiar wstecz
$D =$	815 m	4200 m
$p = \pm$	$+ 56^t$	$- 6^t$
$\log D = \ldots$	2,91 116	3,62 325
$\log \operatorname{tg} p = \ldots$	2,74 063	3,76 015
$\log H = \ldots$	1,65 179	1,39 340
$H = \pm$[1])	$+ 44{,}85$	$- 24{,}74$
$h = +$	$+ 1{,}20$	$+ 1{,}30$
$\Omega = \dfrac{(D/_{1000})^2}{16} = +$	$\dfrac{0{,}8^2}{16} = + 0{,}04$	$\dfrac{4{,}2^2}{16} = + 1{,}16$
ΔZ { przy pomiarze wprzód −	$+ 46{,}09$	$- 22{,}54$
ΔZ { przy pomiarze wstecz −		$+ 22{,}34$
$Z_A =$	86,70	146,40
$Z_D =$	132,79	168,74

[1]) H jest tego samego znaku co kąt położenia p.

150. Dokładność. Dokładność wyników, otrzymanych przy trygonometrycznych pomiarach wysokości, zależy od dokładności z jaką określono kąt położenia i odległości. Wpływ błędów tych dwóch czynników zależy jednak od ich wielkości.

Jeżeli np. odległość wynosi 4000 m i kąt położenia 10^t, błąd 1^t w określeniu kąta położenia pociąga za sobą błąd 4 m w określeniu różnicy wyniosłości, natomiast błąd 100 m w określeniu odległości nie pociąga za sobą błędu większego niż 1 m. Stąd też wniosek, że *jeżeli odległość jest duża, należy przedewszystkiem dążyć do jak najdokładniejszego określenia kąta położenia.*

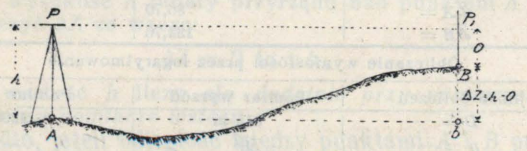
Jeżeli odległość wynosi 400 m i kąt położenia 400^t, błąd 10 m w określeniu odległości pociąga za sobą błąd około 4 m w określeniu różnicy wyniosłości; natomiast błąd 1^t w określeniu kąta położenia nie pociąga za sobą błędu większego niż 0,6 m Stąd wniosek, że *jeżeli kąt położenia jest wielki, należy w szczególności dążyć do jak najdokładniejszego określenia odległości.*

Błąd prawdopodobny trygonometrycznego pomiaru wysokości waha się w granicach od 0,1 do 3 m, zależnie od odległośc i rodzaju użytych przyrządów.

151. Przydatność. Trygonometryczny pomiar wysokości jest jedynym sposobem, pozwalającym określić wyniosłość punktów niedostępnych; z tego też powodu ma on duże zastosowanie w zagadnieniach artylerji.

3. Geometryczny pomiar wysokości.

152 Zasada geometrycznego pomiaru wysokości. Zasadę geometrycznego pomiaru wysokości uwidocznia rysunek 132. Odcinek $B\,b = A\,P - B\,P_1$ jest różnicą wyniosłości ΔZ między punktami A i B.



Rys. 132.

W punkcie A, o wiadomej wyniosłości Z_A, jest ustawiony przyrząd z lunetą ustawioną poziomo; w punkcie B, o niewiadomej wyniosłości Z_B, jest ustawiona łata z podziałką.

Warłość odcinka $B\,P_1$, którą odczytuje się na łacie przez lunetę, nazywa się **odczytem O na łacie**, a odcinek $P\,A$ **wysokością h lunety**.

---

[1]) Między innemi należy w razie potrzeby uwzględnić poprawkę poziomową n, nachyleniomierza (pkt. 94).

Różnicę wyniosłości oblicza się ze wzoru:

$$\Delta Z = h - O,$$

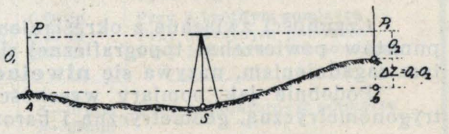
a wyniosłość Z_B punktu B ze wzoru:

$$Z_B = Z_A + \Delta Z.$$

Przy pomiarze z pośredniego stanowiska lub ze środka (rys. 133) dokonywa się odczytów O_1 i O_2 na łatach ustawionych w punktach A i B, a różnicę wyniosłości ΔZ oblicza się ze wzoru:

$$\Delta Z = O_1 - O_2,$$

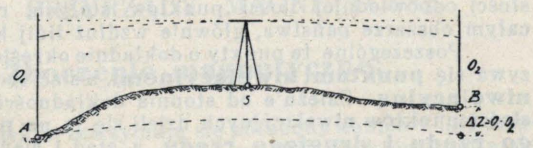
w którym O_1 jest **odczytem wstecz,** a O_2 **odczytem wprzód.**



Rys. 133.

Geometryczny pomiar wysokości wprzód nie wymaga żadnego pomiaru odległości. Pomiar ze środka wymaga pomiarów odległości w celu ustawienia przyrządu w równem oddaleniu od punktów A i B, jednakże bardzo dokładne pomiary odległości nie są zasadniczo potrzebne.

153. Dokładność Dzięki temu, że przy geometrycznym pomiarze wysokości określa się kolejno różnicę punktów nieznacznie od siebie oddalonych, wpływ krzywizny powierzchni ziemi nie ma praktycznego znaczenia. Przy pomiarze ze środka wpływ krzywizny powierzchni ziemi jest jednakowy przy każdym z odczytów O_1 i O_2 (rys. 134), a wskutek tego jest całkowicie usunięty przy obliczaniu różnicy wyniosłości ze wzoru $\Delta Z = O_1 - O_2$; podobnie jest również usunięty samoczynnie wpływ załamywania się promieni świetlnych. Dlatego też geometryczny pomiar wysokości ze środka pozwala otrzymać bardzo dokładne wyniki.[1]) Błąd prawdopodobny określenia różnicy wyniosłości przy geometrycznym pomiarze wysokości waha się w granicach od 0,1 mm do 0,1 m, zależnie od odległości i dokładności przyrządów.

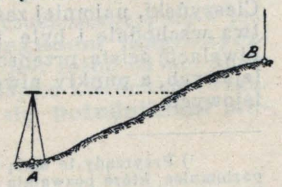


Rys. 134.

154. Przydatność. Geometryczny pomiar wysokości nie pozwala określić wyniosłości punktów niedostępnych ani też określić bezpośrednio różnicy wyniosłości między dwoma oddalonemi znacznie od siebie punktami. Granice, w których można określić różnicę wyniosłości dwóch punktów, zależą od:

— powiększenie lunety, od którego zależy odległość z jakiej można wykonać odczyty na łacie,

— wielkości spadu terenu i długości



Rys. 135.

łaty. Jeżeli spad terenu jest duży, wtedy w niewielkiej odległości od przyrządu łata znajduje się już poza polem widzenia lunety (rys. 135). W praktyce odległość, jaką można zachować między łatą i przyrządem, waha się w granicach od 50 do 150 m.

4. Niwelacja.

155. Zasada niwelacji. Czynności związane z określaniem wyniosłości pewnej ilości punktów powierzchni topograficznej ziemi i naukę, zajmującą się tem zagadnieniem, nazywa się **niwelacją.**

Podobnie jak pomiary wysokości, dzieli się niwelację na: trygonometryczną, geometryczną i barometryczną.

156. Niwelacja geodezyjna. Niwelację trygonometryczną, wykonywaną zapomocą teodolitów, przy uwzględnieniu krzywizny powierzchni ziemi i refrakcji, nazywa się **niwelacją geodezyjną.**

157. Niwelacja ścisła. Niwelacja topograficzna. Niwelację geometryczną przy pomiarze ze środka i wykonywaną jak najbardziej starannie zapomocą bardzo dokładnych przyrządów, zwanych *poziomnikami (niwelatorami)*, [1]) nazywa się **niwelacją ścisłą;** niwelację mniej dokładną, wykonywaną zapomocą przyrządów topograficznych, nazywa się **niwelacją topograficzną.**

158. Punkty niwelacyjne. Sieć niwelacyjna. Dla potrzeb ogólno-technicznych każde państwo przeprowadza niwelację ścisłą, mającą na celu dokładne określenie wyniosłości odpowiedniej ilości punktów stałych, rozmieszczonych na całym obszarze państwa, głównie wzdłuż linij komunikacyjnych.

Poszczególne te punkty o dokładnie określonej wyniosłości nazywa się **punktami niwelacyjnemi**, a sieć tych punktów—**siecią niwelacyjną.** Zależnie od stopnia dokładności określenia wyniosłości punktów niwelacyjnych dzieli się je na **punkty pierwszego rzędu i drugiego rzędu,** a stąd i sieć niwelacyjną — na **sieć pierwszego rzędu i drugiego rzędu.**

Punkty niwelacyjne są ustalone płytkami metalowemi (punkty pierwszorzędne) lub prętami (punkty drugorzędne), wbitemi w stałe przedmioty, jak: gmachy, zabudowania murowane, mosty, kamienie przydrożne i t. p., w miejscach dostępnych. Na płytach metalowych jest zwykle podana liczba, oznaczająca wyniosłość punktów.

Najbardziej dokładną i gęstą sieć niwelacyjną mają województwa zachodnie: Pomorze, Poznańskie, Górny Śląsk.

Mniej dokładną i znacznie rzadszą sieć ma Małopolska i Śląsk Cieszyński, najmniej zaś dokładną i najrzadszą sieć mają województwa wschodnie i byłe Królestwo Kongresowe. W tych obszarach niwelację ścisłą przeprowadzono prawie wyłącznie wzdłuż linij kolejowych, a punkty niwelacyjne ustalono na budynkach stacyj kolejowych.

[1]) Przyrządy te mają lunetę o dużem powiększeniu oraz bardzo dokładne poziomnice, które pozwalają określić płaszczyznę poziomą z wielką dokładnością. Zasadniczo zaś nie mają urządzenia do pomiaru kątów pionowych i poziomych.

159. Dokładność niwelacji. Tabelka niżej umieszczona podaje dokładność poszczególnych rodzajów niwelacji.

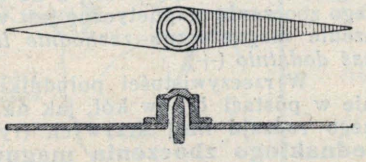
Rodzaj niwelacji	Odległość	Błąd prawdopodobny	Uwagi
Niwelacja geodezyjna	30—40 km (sieć 1 rzędu)	0,10 m	Przy 10-krotnym pomiarze sposobem wzajemnych i jednoczesnych nacelowań.
	20 km (sieć 2 rzędu)	0,20 m	Przy 4-krotnym pomiarze
	6—10 km (sieć 3 rzędu)	0,40 m	Przy 2-krotnym pomiarze
	2—3 km (sieć 4 rzędu)	0,50 m	Przy jednokrotnym pomiarze
Niwelacja topograficzna	50 m	5—10 mm	Przy jednokrotnym pomiarze
	100 m	8—15 mm	
	200 m	15—30 mm	
Niwelacja ścisła	100 m	0,03 mm	Przy kilkakrotnym pomiarze w kierunkach przeciwbieżnych
	1 km	0,1 mm	Błąd na 1 km służy za miernik dokładności niwelacji ścisłej.
	100 km	0,1 m	

ROZDZIAŁ D.

ZBOCZENIE MAGNETYCZNE. UCHYLENIE MAGNETYCZNE. PRZYRZĄDY MAGNETYCZNE.

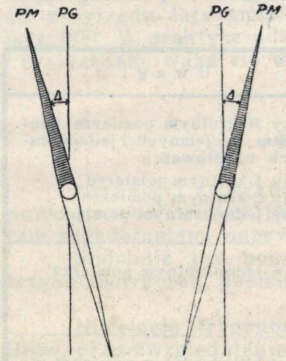
1. Zboczenie magnetyczne.

160. Północ magnetyczna i południki magnetyczne. Kierunek, w jakim zatrzymuje się północny koniec [1]) igły magnetycznej, osadzonej na osi pionowej (rys. 136), na której może się obracać swobodnie, nazywa się **kierunkiem północy magnetycznej** *PM* (rys. 137) Kierunki, jakie w poszczególnych punktach powierzchni ziemi wskazuje igła magnetyczna, zbiegają się w jednym punkcie, zwanym **północnym biegunem magnetycznym** (rys. 138); podobnie kierunki, wskazane przez południowy koniec igły magnetycznej, zbiegają się w jednym punkcie, zwanym **południowym biegunem magnetycznym.** Położenie biegunów magnetycznych jest różne od położenia biegunów geograficznych. Linje, odpowiadające kierunkom wskazanym przez igłę magnetyczną, nazywają się **południkami magnetycznemi.**

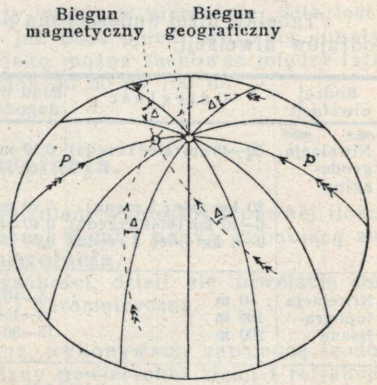


Rys. 136.

[1]) Północny koniec igły jest ciemniejszy niz południowy.



Rys. 137.



Rys. 138.

161. Zboczenie magnetyczne. Kąt, zawarty między kierunkami północy geograficznej i północy magnetycznej, nazywa się **zboczeniem magnetycznem** Δ (rys. 137 i 138) [1].

162. Zmiany zboczenia magnetycznego. Wartość zboczenia magnetycznego nie jest stała; podlega ona różnym zmianom, które, zależnie od przyczyn je wywołujących, można dzielić na:

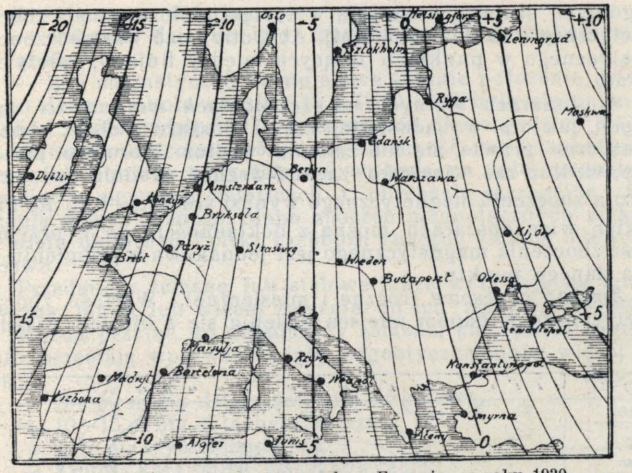
— zmiany geograficzne;
— zmiany okresowe;
— wahania dzienne;
— zmiany miejscowe i obrębowe;
— zmiany chwilowe.

Zmiany geograficzne. Wielkość zboczenia magnetycznego nie jest jednakowa w poszczególnych punktach powierzchni ziemi, lecz zależy od położenia geograficznego danego miejsca. Na jednej połowie ziemi igła magnetyczna odchyla się od południka geograficznego na wschód (rys. 138), a na drugiej — na zachód, i zależnie od tego zboczenie magnetyczne jest **wschodnie** lub **zachodnie.** Zboczenie magnetyczne *zachodnie liczy się ujemnie* (—), *wschodnie zaś dodatnio* (+).

W rzeczywistości południki magnetyczne przedstawiają się nie w postaci łuków kół, jak na rysunku 138, lecz w postaci różnego rodzaju linij krzywych (rys. 139 i 140), zwanych **linjami jednakiego zboczenia magnetycznego.** Przebieg tych linij na obszarze Polski jest uwidoczniony na **mapie zboczeń magnetycznych** (rys. 140 i zał. 4*a*). [2] Liczby, umieszczone przy po-

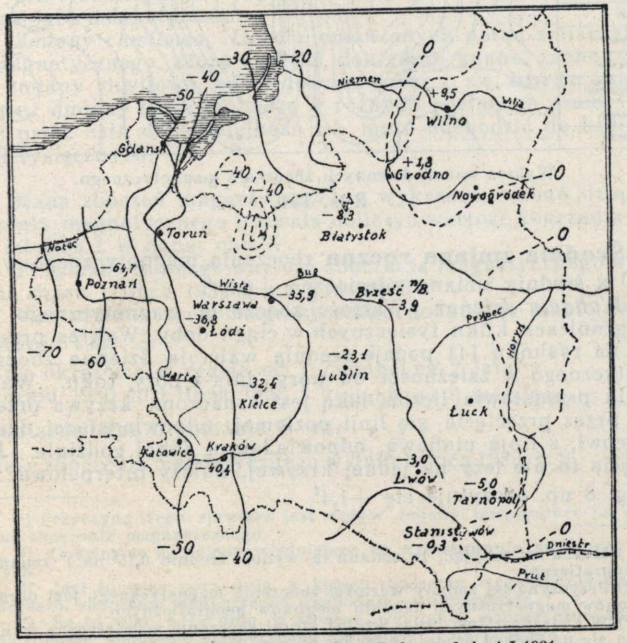
[1] Kąt, jaki igła magnetyczna, zawieszona na nitce zaczepionej do jej środka ciężkości tworzy z poziomem nazywa się **nachyleniem magnetycznem**. Wartość tego nachylenia nie jest jednakowa w różnych miejscach; wzrasta ona głównie z szerokością geograficzną a poza tem zmienia się z biegiem czasu. W roku 1930 wynosiła w Polsce od 60° do 68°. Aby usunąć wpływ nachylenia magnetycznego igła magnetyczna każdej busoli i południcy jest zrównoważona dla danego obszaru (uzyskuje się to przez zwiększenie ciężaru jednego końca igły, przesuwając w ten sposób jej środek ciężkości).

[2] Z powodu braku potrzebnych danych mapa zboczeń magnetycznych nie jest jeszcze zupełnie ukończona, będzie ona stopniowo uzupełniana w miarę dokonywania pomiarów.



Mapka zboczeń magnetycznych w Europie, w roku 1930.
Liczby oznaczają wartość zboczenia *w stopniach*.

Rys. 139.



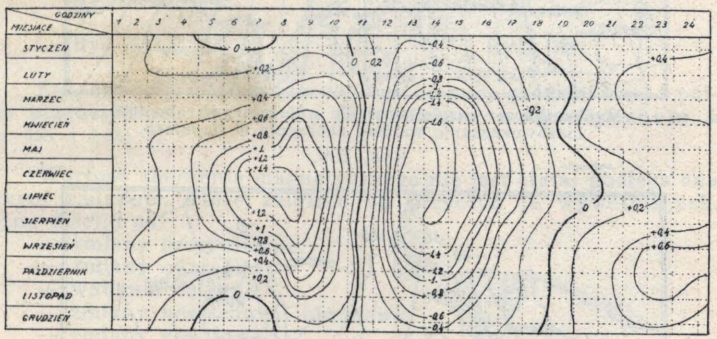
Mapka zboczeń magnetycznych w Polsce, dnia 1.I.1931 r.
Liczby oznaczają wartość zboczenia w *tysięcznych*.

Rys. 140.

szczególnych linjach, oznaczają w tysięcznych wartość zboczenia magnetycznego wzdłuż tych linij. Aby otrzymać wartość zboczenia magnetycznego w punktach leżących między linjami, należy interpelować.

W obszarach wolnych od *szczególnych właściwości magnetycznych*, jak np. w zachodniej części obszaru Polski, zboczenie magnetyczne prawie się nie zmienia wzdłuż kierunku południe-północ, wzdłuż zaś kierunku zachód-wschód średnia zmiana geograficzna zboczenia magnetycznego wynosi średnio $+0{,}15^t$ na 1 km.[1]) W takich więc obszarach można z dokładnością do 1^t przyjąć, że wartość zboczenia magnetycznego jest jednakowa w promieniu 7 km dokoła danego punktu.

Zmiany okresowe (roczne i miesięczne). Wartość zboczenia magnetycznego w danem miejscu zmienia się z biegiem czasu.[2])



Wykres wahań dziennych zboczenia magnetycznego.

Rys. 141.

Średnia zmiana roczna zboczenia magnetycznego wynosi $+3^t$, [3]) a średnia zmiana miesięczna $+0{,}25^t$.

Wahania dzienne. Wartość zboczenia magnetycznego waha się w granicach kilku tysięcznych w ciągu doby. Wykres przedstawiony na rysunku 141 podaje średnie wahania dzienne zboczenia magnetycznego w zależności od pory dnia i pory roku. Wartość wahania przedstawia liczba, jaką jest oznaczona krzywa przechodząca przez przecięcie się linji poziomej, odpowiadającej danemu miesiącowi, z linją pionową, odpowiadającą danej godzinie. Jeżeli przecięcie to nie leży na jednej krzywej, należy interpelować. Na lipiec g 8 np. odczytuje się $+1{,}4^t$.

) Można też przyjąć, że zmiana ta wynosi średnio $0{,}15^t$ na 1′ zmianę długości geograficznej.

[2]) Przyczyną tej zmiany wartości zboczenia magnetycznego jest obracanie się biegunów magnetycznych naokoło biegunów geograficznych.

[3]) W związku z tem linja, wzdłuż której zboczenie magnetyczne wynosi 0, przesuwa się na zachód średnio o 20 km na rok.

Z wykresu widać, że:

— wahania dzienne igły magnetycznej są większe w lecie niż w zimie [1]),

— igła magnetyczna zajmuje swe średnie położenie dwa razy w ciągu doby — około godziny 10 i 18 [2]) i odchyla się najbardziej na zachód około godziny 13 [3]), a na wschód około godziny 8 i 22 [4]).

Zmiany miejscowe i obrębowe. Obecność mas magnetycznych w ziemi jak pokłady rudy żelaznej, wpływa na igłę magnetyczną, powodując w pewnych miejscach i obrębach szczególne zmiany zboczenia magnetycznego. Mapa zboczeń magnetycznych wykazuje, że w wielu okolicach Polski zachodzą znaczne zmiany miejscowe i obrębowe.

Przedmioty żelazne lub stalowe także wpływają na igłę magnetyczną, mniej lub więcej zależnie od ich masy i odległości [5]).

Można przyjąć, że przedmioty żelazne, najczęściej spotykane w polu, przestają wpływać na igłę magnetyczną mniej więcej w odległości.

— 20—50 m dla działa, zależnie od kalibru,
— 10—15 m dla sztachety żelaznej,
— 25 m dla szyn kolejowych [6]),
— 4 m dla karabinów maszynowych,
— 2 m dla karabina ręcznego,
— 0,5 m dla hełmu stalowego.

Linje elektryczne o wysokiem napięciu mogą również wpływać na igłę magnetyczna

Zmiany chwilowe. Oprócz omówionych dotąd zmian zboczenia magnetycznego, które są dość dokładnie znane, zachodzą czasami zmiany chwilowe, spowodowane przez t. zw. **burze magnetyczne.** Zmiany takie zachodzą w różnych odstępach czasu i mogą trwać przez całą dobę, wielkość ich może dochodzić do kilkudziesięciu tysięcznych.

163. Obliczanie wartości zboczenia magnetycznego.

Mapa zboczeń magnetycznych z wykresem wahań dziennych zboczenia magnetycznego pozwala obliczyć wartość zboczenia w danem miejscu i w danej chwili

Przykład. Obliczyć wartość zboczenia magnetycznego w Grodnie na dzień 1 lipca 1932 r. na godzinę 8

Wartość zboczenia magnetycznego podana na mapie na dzień 1 stycznia 1930 = ... $+1{,}8^t$.

Zmiana okresowa w czasie od 1 stycznia 1930 do 1 lipca 1932 { Zmiana na 2 lata = ... $+6{,}0^t$. Zmiana na 6 miesięcy = . $+1{,}5^t$.

Wahania dzienne o godzinie 9 = ... $+1{,}4^t$.

Wartość zboczenia magnetycznego w dniu 1 lipca 1930, g. 8 = $+10{,}7^t$.

[1]) Przyczyną tego zjawiska jest wpływ zmiany temperatury na wahania dzienne zboczenia magnetycznego.

[2]) Godziny te są najodpowiedniejsze do wykonywania pomiarów magnetycznych.

[3]) Jest to więc pora dnia, w której zboczenie magnetyczne zachodnie jest większe, zboczenie magnetyczne wschodnie — najmniejsze.

[4]) Są to więc pory dnia, w których zboczenie magnetyczne wschodnie jest największe, zboczenie magnetyczne zachodnie — najmniejsze.

[5]) Wpływ tych przedmiotów na igłę magnetyczną jest proporcjonalny do ich masy i odwrotnie proporcjonalny do kwadratu odległości.

[6]) 10 m, jeżeli w oddaleniu 20—25 m niema zwrotnic lub bocznic.

2. Uchylenie magnetyczne.

164. Uchylenie magnetyczne.

Przy pracach topograficznych, opartych na układzie współrzędnych prostokątnych, ma się do czynienia z kątem zawartym między kierunkiem północy magnetycznej i kierunkiem północy topograficznej. Kąt ten nazywa się **uchyleniem magnetycznem** δ (rys. 142).

165. Zmiany uchylenia magnetycznego.

Uchylenie magnetyczne, podobnie jak zboczenie magnetyczne, podlega różnym zmianom; w obszarach wolnych od *szczególnych właściwości magnetycznych*, jak w zachodniej części obszaru Polski, średnia zmiana geograficzna uchylenia magnetycznego w kierunku zachód-wschód wynosi $0{,}05^t$ na 1 km. W tych więc obszarach można z dokładnością do 1^t przyjąć, że uchylenie magnetyczne jest jednakowe w promieniu 20 km dokoła danego punktu, t. zn. w granicach 3 razy większych niż przy posługiwaniu się zboczeniem magnetycznem [1]. *Okoliczność ta jest szczególnie korzystna dla artylerji.*

Pozostałe zmiany uchylenia magnetycznego: *okresowe, dzienne, miejscowe i chwilowe są takie same jak zmiany zboczenia magnetycznego.*

166. Obliczanie wartości uchylenia magnetycznego.

Związek między zboczeniem magnetycznem Δ i uchyleniem magnetycznem δ wyraża się wzorem:

$$\delta = \Delta - Zb,$$

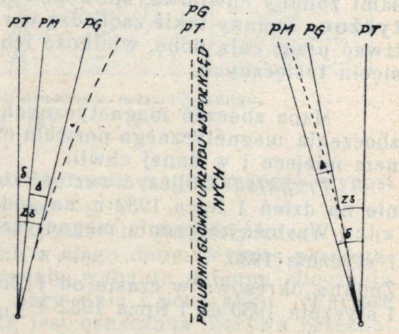
w którym wartości Δ i Zb należy brać z ich znakiem (rys. 142); uchylenie magnetyczne otrzymuje się ze znakiem + lub —, który wskazuje, czy jest ono *wschodnie* czy też *zachodnie* od północy topograficznej.

Przykład. Obliczyć wartość uchylenia magnetycznego w Grodnie na dzień 1 lipca 1932 na godzinę 8.

Wartość zboczenia magnetycznego w dniu 1 lipca 1932 r. o godzinie 8 = $+10{,}7^t$ (pkt. 163).

Zbieżność południków $Zb = +25{,}5^t$ (pkt. 80)

Wartość uchylenia magnetycznego w dniu 1 lipca 1932 r. o godzinie 8 = $(+10{,}7) - (+25{,}9) = -15{,}2^t$.



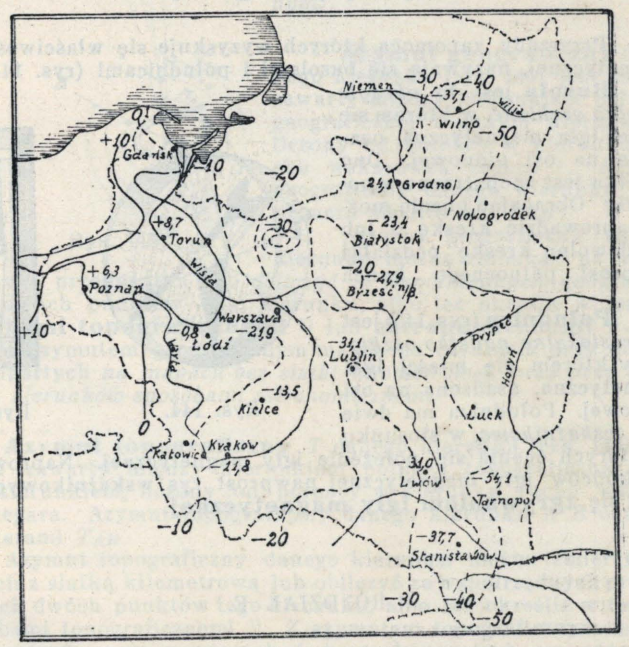
Rys. 142.

Znak —, z jakim otrzymano uchylenie, wskazuje, że jest ono zachodnie [2].

[1]) Na mapach bez siatki kilometrowej.

[2]) Linja, wzdłuż której uchylenie magnetyczne wynosi 0, przesuwa się na wschód średnio o 60 km na rok.

Wartość uchylenia magnetycznego w układzie współrzędnych prostokątnych Roussilhe'a podaje **mapa uchyleń magnetycznych** (rys. 143 i zał. 4*b*).



Mapka uchyleń magnetycznych w układzie współrzędnych prostokątnych Roussilhe'a dnia 1.I.1930 r. Liczby oznaczają wartość uchylenia *w tysięcznych*.

Rys. 143.

Z wartości podanej na mapie na dzień 1 stycznia 1930 r. i wiadomej wielkości zmiany rocznej i wahań dziennych łatwo można obliczyć wartość uchylenia magnetycznego w innych porach roku i w innych latach

Przykład. Obliczyć wartość uchylenia magnetycznego w Grodnie na dzień 1 lipca 1932 r. na godzinę 8.

Wartość uchylenia podana na mapie na dzień 1 stycznia 1930 = ... $-24{,}1^t$.

Zmiana okresowa w czasie od 1 stycznia 1930 do 1 lipca 1932 { Zmiana na 2 lata = ... $+6{,}0^t$. Zmiana na 6 miesięcy = . $+1{,}5^t$.

Wahanie dzienne o godzinie 8 = ... $+1{,}4^t$.

Wartość uchylenia magnetycznego w dniu 1 lipca 1932, g. 8 = $-15{,}2^t$.

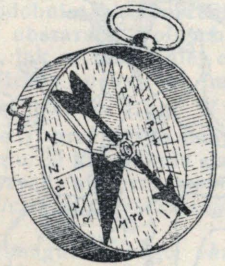
[1]) Tę samą wartość otrzymano przy obliczeniu na podstawie zboczenia magnetycznego i zbieżności południków (str. 92).

3. Przyrządy magnetyczne.

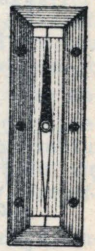
167. Busola i południca.

Przyrządy, zapomocą których wyzyskuje się właściwość igły magnetycznej, nazywają się busolami i południcami (rys. 144).

Busola jest to *okrągłe pudełko oszklone*, w którem się mieści igła magnetyczna, osadzona na osi pionowej. Dno pudełka jest zaopatrzone w *podziałkę* Obracając busolę można naprowadzić kreskę 0 lub też dowolną kreskę podziałki nawprost północnego końca igły.



Rys. 144.



Rys. 145.

Południca (rys. 145) jest to *prostokątne pudełko oszklone*, w którem się mieści igła magnetyczna, osadzona na osi pionowej. Południca ma dwie *rysy wskaźnikowe*, w stosunku do których ocenia się położenie igły magnetycznej. Naprowadzenie końców igły magnetycznej nawprost rys wskaźnikowych nazywa się **zgrywaniem igły magnetycznej.**

ROZDZIAŁ E.

OKREŚLENIE POŁOŻENIA KIERUNKU.

168. Położenie kierunku.

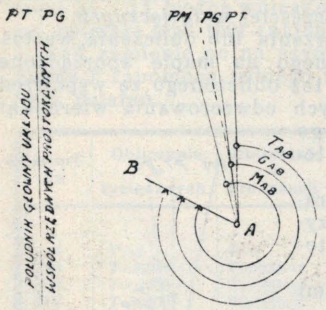
Położenie danego kierunku można określić w stosunku do kierunku północy magnetycznej, geograficznej lub topograficznej i zależnie od tego nazywa się je azymutem magnetycznym, geograficznym lub topograficznym.

169. Azymut magnetyczny.

Azymut magnetyczny M danego kierunku (rys. 146) jest to kąt zawarty między kierunkiem północy magnetycznej i danym kierunkiem, liczony od północy w kierunku ruchu wskazówek zegara. Azymut magnetyczny danego kierunku $A\,B$ oznacza się literami M_{AB}.

Azymut magnetyczny danego kierunku można zmierzyć bezpośrednio w terenie zapomocą przyrządu kątomierczego zaopatrzonego w busolę lub południcę; natomiast nie można zmierzyć go na mapie [1].

[1]) Kierunku północy magnetycznej nie uwidocznia się na mapach.



Rys. 146.

Przy sposobach postępowania stosowanych w pracach topograficznych artylerji, *nie miewa się prawie do czynienia z azymutem magnetycznym.*

170. Azymut geograficzny.

Azymut geograficzny G danego kierunku (rys. 146) jest to kąt zawarty między kierunkiem północy geograficznej i danym kierunkiem, liczony od północy w kierunku ruchu wskazówek zegara [1]). Azymut geograficzny danego kierunku $A\,B$ oznacza się literami G_{AB}.

Azymut geograficzny danego kierunku można *zmierzyć* na mapie zapomocą przenośnika lub *obliczyć ze współrzędnych* geograficznych dwóch punktów tego kierunku, albo też określić w terenie **sposobami topograficznemi** [2]) lub **astronomicznemi** [3]).

Z azymutem geograficznym ma się do czynienia przy pomiarach opartych *na mapach bez siatki kilometrowej.* oraz *przy określaniu kierunków sposobami astronomicznemi.*

171. Azymut topograficzny.

Azymut topograficzny T danego kierunku (rys. 146) jest to kąt zawarty między kierunkiem północy topograficznej i danym kierunkiem, liczony od północy w kierunku ruchu wskazówek zegara. Azymut topograficzny danego kierunku $A\,B$ oznacza się literami T_{AB}.

Azymut topograficzny danego kierunku można zmierzyć na mapach z siatką kilometrową lub obliczyć ze współrzędnych prostokątnych dwóch punktów tego kierunku, albo też określić w terenie sposobami topograficznemi [4]). Z azymutem topograficznym ma się do czynienia przy pomiarach i pracach opartych *na mapach z siatką kilometrową* lub *nawiązanych do układu współrzędnych prostokątnych. Najczęściej zatem artylerja ma do czynienia z azymutem topograficznym* [5]).

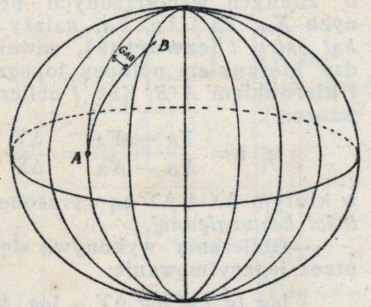
[1]) Innemi słowy azymut geograficzny danego kierunku $A\,B$ jest to kąt dwuścienny G (rys. 147), jaki tworzy płaszczyzna południka przechodząca przez punkt A z płaszczyzną pionową przechodzącą przez punkty A i B, i liczony od północy w kierunku ruchu wskazówek zegara.

[2]) Przy nawiązaniu do punktów o wiadomych współrzędnych geograficznych.

[3]) Patrz Część II.

[4]) Przy nawiązaniu do punktów o wiadomych współrzędnych prostokątnych.

[5]) Obecnie wszystkie mapy przeznaczone do użytku artylerji, poczynając od mapy 1 : 100 000, mają siatkę kilometrową.



Rys. 147.

172. Związek między azymutem geograficznym azymutem topograficznym.

Wartość azymutu można wyrazić w każdej z jednostek miary kątów; w artylerji wyraża się ją najczęściej w *tysięcznych*.

W granicach dokładności zmierzenia lub obliczenia, wartość azymutu danego kierunku zmierzonego na mapie sporządzonej w odwzorowaniu wiernokątnem, lub też obliczonego ze współrzędnych geograficznych lub prostokątnych odwzorowania wiernokątnego, równa się wartości azymutu tego samego kierunku zmierzonego w terenie.

Przy niektórych pracach togograficznych zachodzi potrzeba zamiany azymutu geograficznego G na azymut topograficzny T

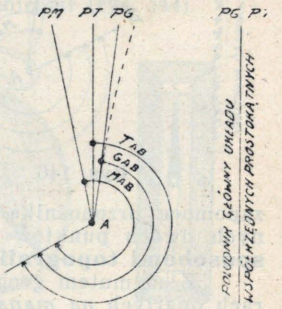
Związek między temi azymutami wyraża się wzorem:

$$T = G - Zb\,.$$

w którym zbieżność południków Zb bierze się z jej znakiem.

Przykład (rys. 148). $G_{AB} = 4715^t$, Zb w punkcie $A = -56^t$.

$$T_{AB} = 4715 - (-56) = 4771^t.$$



Rys. 148.

ROZDZIAŁ F.

TRYGONOMETRYCZNE OBLICZANIE AZYMUTÓW I ODLEGŁOŚCI.

1. Obliczanie azymutów.

173. Trygonometryczne obliczanie azymutu topograficznego.

Aby określić azymut topograficzny kierunku $A\,B$ (rys. 149), utworzonego przez dwa punkty A i B o znanych współrzędnych prostokątnych X_A, Y_A i X_B, Y_B, należy obliczyć *kąt ostry* t **(czwartak),** zawarty między kierunkiem północy topograficznej i kierunkiem $A\,B$. Kąt t oblicza się ze wzoru:

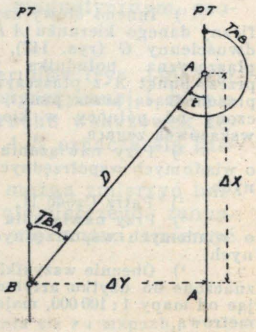
$$\operatorname{tg} t = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta Y}{\Delta X},$$

w którym ΔX i ΔY są wyrażone w *wartości bezwzględnej*.

Obliczenia wykonywa się zwykle przez logarytmowanie:

$$\log \operatorname{tg} t = \log \Delta Y - \log \Delta X.$$

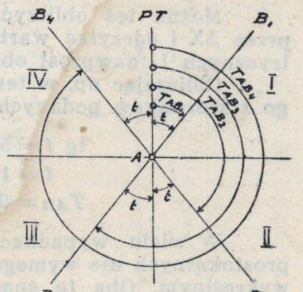
Z wzajemnego położenia punktów A i B na mapie lub ze znaków war-



Rys. 149.

tości ΔX i ΔY można wnioskować, w której ćwiartce (rys. 150) znajduje się kąt t, a stąd zamienić go na azymut topograficzny T zapomocą jednego z następujących działań.

Ćwiartka	Obliczanie w tysięcznych	Obliczanie w gradusach	Obliczanie w stopniach
I	$T=t$	$T=t$	$T=t$
II	$T=3200-t$	$T=200-t$	$T=180-t$
III	$T=3200+t$	$T=200+t$	$T=180+t$
IV	$T=6400-t$	$T=400-t$	$T=360-t$

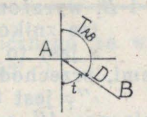
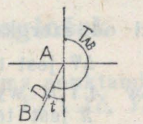


Rys. 150.

Azymut kierunku $B\,A$ różni się od azymutu kierunku $A\,B$ o $\pm 3200^t$.

$$T_{BA} = T_{AB} \pm 3200^t.$$

Przykłady obliczenia azymutu topograficznego podaje następująca tabela.

1	2	3	4	5	6	7	8
Punkty	X_B	Y_B	$\log\Delta Y$	[1]	[1]	Ćwiartka	Wyniki
B	$-X_A$	$-Y_A$	$-\log\Delta X$			$+-$ | $++$	t
A	ΔX	ΔY	$\log tg\ t$			$T=6400-t$ | $T=t$	T_{AB}
						$--$ | $-+$	T_{AB}
						$T=3200+t$ | $T=3200-t$	
B. Czerniewice Wieża trygonometryczna.	614 417	377 834,6	3,73 006				$t=1018^t$
A. Toruń Ratusz.	617 870	372 463,5	3,53 820				$T_{AB}=2182^t$
	$-3\ 453$	$+5\ 371,1$	0,19 186				$T_{BA}=5382^t$
B. Poznań Kościół św. Pawła.	557 735,3	254 914,7	3,81 725				$t=738,8^t$
A Kicin Wieża trygonometryczna.	565 141,2	261 480,3	3,86 958				$T_{AB}=3938,8^t$
	$-7\ 405,9$	$-6\ 565,3$	1,94 767				$T_{BA}=738,8^t$
B							$t=$ .....
.....							$T_{AB}=$ .....
A							$T_{BA}=$ .....
.....							

[1]) Kolumny 5 i 6 są przeznaczone do obliczania odległości (pkt. 175).

Można też obliczyć wartość tg t ze zwykłego dzielenia ΔY przez ΔX i odczytać wartość kąta t w tabeli funkcyj trygonometrycznych [1]), nawprost obliczonej wartości tangensu.

Obliczając np. w ten sposób azymut topograficzny pierwszego z kierunków podanych w powyższej tabeli, otrzymuje się:

$$\operatorname{tg} t = 5372 : 3453 = 1{,}5557$$
$$t = 1018{,}0$$
$$T_{AB} = 2182{,}0^t.$$

W wielu wypadkach obliczanie azymutu ze współrzędnych prostokątnych nie wymaga więcej czasu niż określanie sposobem wykreślnym. Oba te sposoby uzupełniają się i sposobu drugiego używa się często do sprawdzenia wyniku otrzymanego zapomocą sposobu pierwszego.

174. Trygonometryczne obliczanie azymutu geograficznego.

Aby określić azymut geograficzny kierunku $A\,B$ (rys. 151 i 152), utworzonego przez dwa punkty o znanych współrzędnych geograficznych φ_A, λ_A i φ_B, λ_B, należy obliczyć *kąt ostry* g **(czwartak)** zawarty między kierunkiem północy geograficznej i kierunkiem $A\,B$. Kąt g oblicza się ze wzoru:

$$\operatorname{tg} g = \frac{y}{x}.$$

Wartości y i x otrzymuje się z następujących obliczeń:

$u = \ell''\lambda \,.\, \Delta\lambda''$ — u jest to długość łuku równoleżnika, od punktu B do południka przechodzącego przez punkt A;

$\ell''\lambda$ jest to długości łuku równoleżnika, odpowiadającego $1''$ długości geograficznej, brana z tabeli wartości łuków południka i równoleżnika (pkt. 52) *w zależności od szerokości geograficznej punktu B;*

$\Delta\lambda''$ jest różnica długości geograficznej punktów A i B, wyrażona w *sekundach*, $(\Delta\lambda = \lambda_B - \lambda_A)$;

$y = u$ (ze znikomym błędem nie mającym znaczenia);

$s = \ell''\varphi \,.\, \Delta\varphi''$ — s jest to długość południka między równoleżnikami, przechodzącemi przez A i B;

$\ell''\varphi$ jest to długość łuku południka, odpowiadającego $1''$ szerokości geograficznej, brana z tabeli wartości łuków południka i równoleżnika, w zależności od szerokości geograficznej $\frac{\varphi_A + \varphi_B}{2}$.

$\Delta\varphi$ jest to różnica szerokości geograficznej punktów A i B wyrażona w *sekundach* $(\Delta\varphi = \varphi_B - \varphi_A)$;

$k = \left(\frac{y/1000}{10}\right)^2$ — k jest to poprawka na krzywiznę równoleżnika, wyrażona w *metrach* [2]).

$x = s \pm k$ Poprawka k jest dodatnia jeśli $\varphi_B \geqslant \varphi_A$ (rys. 152), ujemna zaś jeżeli $\varphi_B < \varphi_A$ (rys. 151).

---

[1]) W tabelach logarytmów $\frac{\text{Art. 15}}{1929}$.

[2]) Wzór ten wyprowadza się w ten sam sposób co wzór do obliczania poprawki na krzywiznę powierzchni ziemi, przy pomiarach wysokości (pkt. 146), biorąc R równy promieniowi średniego równoleżnika Polski.

Po obliczeniu kąta g zamienia się go na azymut geograficzny G z pomocą jednego z działań podanych w poniższej tabelce.

Przykład obliczenia azymutu geograficznego po daje tabela na stronicy 100.

Można też obliczyć tg g ze zwykłego dzielenia y przez x i odczytać wartość kąta g w tabeli funkcyj trygonometrycznych nawprost obliczonej wartości tangensu.

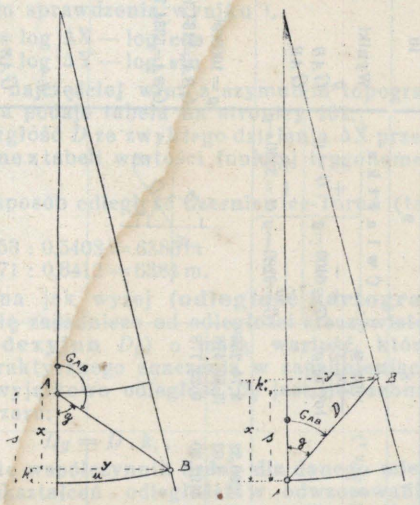
Azymut geograficzny G mozna zamienić na azymut topograficzny T zapomocą wzoru:

$$T = G - Z_b,$$

w którym zbieżność południków Z_b należy brać z jej znakiem (pkt. 172). Zmieniając w ten sposób azymut geograficzny G_{AC} obliczony w tabeli na stronicy 100, otrzymuje się:

$G_{AC} = 2134{,}1^t$. Z_b w punkcie $A = -47{,}8^t$ (pkt. 81).

$T_{AC} = 2134{,}1 - (-47{,}8) = 2181{,}9^t$.



Rys. 151.

Rys. 152.

Ćwiartka	Obliczanie w tysięcznych	Obliczanie w gradusach	Obliczanie w stopniach
I	$G=g$	$G=g$	$G=g$
II	$G=3200-g$	$G=200-g$	$G=180-g$
III	$G=3200+g$	$G=200+g$	$G=180+g$
IV	$G=6400-g$	$G=400-g$	$G=360-g$

Przy obliczeniu azymutu topograficznego ze współrzędnych prostokątnych (pkt. 173) otrzymano 2182^t [1]).

2. Obliczanie odległości.

175. Obliczanie odległości między dwoma punktami o wiadomych współrzędnych prostokątnych.

Odległość D (rys. 149) między dwoma punktami A i B o znanych współrzędnych prostokątnych X_A, Y_A i X_C, Y_C oblicza się ze wzoru:

$$D = \frac{\Delta X}{\cos t} \text{ lub } D = \frac{\Delta Y}{\sin t}.$$ [2])

---

[1]) Nieznaczna różnica $(0{,}1^t)$ wyników obu obliczeń wynika z zaokrągleń i użycia uproszczonych wzorów przy obliczaniu zbieżności południków i poprawki na krzywiznę równoleżnika.

[2]) Odległość można też obliczyć ze wzoru $D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$, którego jednak rzadko się używa w artylerji z tego powodu, że w zagadnieniu strzelania jest potrzebna nietylko odległość, lecz także i azymut.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punkty **B** **A**	φB $-\varphi A$ $\Delta\varphi$	λB $-\lambda A$ $\Delta\lambda$	$l''\lambda$ $\times\Delta\lambda$ $u=y$	$l''\varphi$ $\times\Delta\varphi$ s	$\frac{(s/1000)^2}{10}=k$	$s+k=x$ [2])	$\log y$ $-\log x$ $\log \operatorname{tg} g$	Ćwiartka $+-$ $G=6400-g$ | $++$ $G=g$ $--$ $G=3200-g$ | $-+$ $G=3200-g$	Wyniki g G_{AB} G_{AB}
B. Czerniewice Wieża trygonometryczna. *A.* Toruń Ratusz.	52° 58' 58,92'' 53° 0' 42, 46'' $-$ 1' 43, 54'' $=-$ 103,54''	36° 21' 22, 34'' 36° 16' 26, 00'' $+$ 4' 56, 34'' $+$ 296,34''	18,654 296,34 74616 55962 111924 167886 37308 5527,92636	30,909 103,54 123636 154545 92727 30909 3200,31786	5,5 5,5 275 275 $\frac{30,25}{10}=3,02$	3200,32 $-$ 3,02 3197,30	3,74 256 3,50 478 0,23 778		$g=1065,9^t$ $G_{BA}=2134,1^t$ $G_{BA}=5334,1^t$
B..... *A*.....									$g=$..... $G_{AB}=$..... $G_{BA}=$.....
B..... *A*.....									$g=$..... $G_{AB}=$..... $G_{BA}=$.....

[1]) Wartość $l''\lambda$ należy brać z tabeli w zależności od φB a wartość $l''\varphi$ w zależności od $\frac{\varphi A+\varphi B}{2}$.

[2]) $+$ jeżeli $\varphi B \geqslant \varphi A$, $-$ jeśli $\varphi B < \varphi A$.

Odległość D oblicza się zwykle przez logarytmowanie, stosując jeden i drugi wzór, celem sprawdzenia wyniku [1]).

$$\log D = \log \Delta X - \log \cos t$$
$$\log D = \log \Delta Y - \log \sin t.$$

Odległość oblicza się najczęściej wraz z azymutem topograficznym. Przykład obliczenia podaje tabela na stronicy 102.

Można też obliczyć odległość D ze zwykłego dzielenia ΔX przez $\cos t$ lub ΔY przez $\sin t$, brane z tabeli wartości funkcyj trygonometrycznych.

Obliczając np. w ten sposób odległość Czerniewice-Toruń (tabela) otrzymuje się:

$$D = 3453 : 0{,}5408 = 6385\,\text{m}$$

lub

$$D = 5371 : 0{,}8412 = 6384\,\text{m}.$$

UWAGA. Odległość obliczona jak wyżej **(odległość kartograficzna** D**)** różni się zasadniczo od odległości rzeczywistej **(odległość geodezyjna** D_g**)** o małą wartość, która naogół nie ma praktycznego znaczenia w zagadnieniach artylerji. Jeżeli wyjątkowo odległość D_g jest potrzebna, oblicza się ją z wzoru:

$$D_g = D \,.\, k_1,$$

w którym k_1 jest to współczynnik brany dla danego miejsca z mapy zniekształceń odległości w odwzorowaniu Roussilhe'a (zał. 6*b*) albo też z tabeli współczynników (zał. 6*a*), w zależności od oddalenia danego miejsca od punktu głównego układu współrzędnych [2]).

W podanym w tabeli przykładzie obliczenia odległości Poznań-Kicin, otrzymuje się:

$$D_g = 9897 \times 0{,}99976 = 9894{,}6\ \text{m}.$$

Można też stosować wzór:

$$D_g = D + e_1 \frac{D}{1000},$$

w którym e_1 jest to poprawka odległości na 1 km, brana z jej znakiem z mapy zniekształceń lub z tabelki umieszczonej na stronicy 31. W powyższym przykładzie otrzymuje się:

$$D_g = 9897 + (-0{,}24 \times 9{,}897) = 9894{,}6\ \text{m}.$$

---

[1]) Rzecz oczywista, że sprawdzenie to nie uwidocznia omyłek, jakieby można popełniać w obliczeniu wartości ΔX i ΔY, należy więc sprawdzić je przed logarytmowaniem.

[2]) Do ścisłego obliczenia należy brać oddalenie m punktu środkowego P odległości D od punktu głównego O układu współrzędnych (rys. 152*a*). Oddalenie to oblicza się ze współrzędnych punktu głównego $X_o = 500\,000$ i $Y_o = 600\,000$ oraz współrzędnych X_P i Y_P punktu P.

Rys. 152*a*.

$$X_P = \frac{X_A + X_B}{2}\ ;\ Y_P = \frac{Y_A + Y_B}{2}$$

$$x = X_P - 500\,000;\quad y = Y_P - 600\,000$$

$$m = \sqrt{x^2 + y^2},$$

w czem x i y należy brać *w wartości bezwzględnej*.

1	2	3	4	5	6	7	8
Punkty *B* *A*	$\frac{X_B}{-X_A}$ ΔX	$\frac{Y_B}{Y_A}$ ΔY	$\log \Delta Y$ $-\log \Delta X$ $\log \operatorname{tg} t$	$\log \Delta X$ $-\log \cos t$ $\log D$	$\log \Delta Y$ $-\log \sin t$ $\log D$	Ćwiartka $+-$ $++$ $T=6400-t$ $T=t$ $--$ $-+$ $T=3200+t$ $T=3200-t$	Wyniki t T_{AB} T_{BA} D
B. Czerniewice Wieża trygonometryczna. *A.* Toruń. Ratusz.	614 417 617 870 — 3 453	377 684,6 372 463,5 + 5 371,1	3,73 006 3,53 820 0,19 186	3,53 820 1,73 303 3,80 518	3,73 006 1,92 488 3,80 518		$t=1018^t$ $T_{AB}=2182^t$ $T_{BA}=5382^t$ $D=6985{,}3$ m
B. Poznań. Kościół św. Pawła. *A.* Kicin. Wieża trygonometryczna.	557 735,3 565 141,2 — 7 405,9	254 914,7 661 480,0 — 6 565,3	3,81 725 3,86 958 1,94 767	3,86 958 1,87 407 3,99 551	3,81 725 1,82 175 3,99 550		$t=738{,}8^t$ $T_{AB}=3938{,}8^t$ $T_{BA}=738{,}8^t$ $D=9857$ m
B ..... *A*							$t=$ ..... $T_{AB}=$ ..... $T_{BA}=$ ..... $D=$ .....
B ..... *A*							$t=$ ..... $T_{AB}=$ ..... $T_{BA}=$ ..... $D=$ .....

176. Obliczanie odległości między dwoma punktami o wiadomych współrzędnych geograficznych.

Odległość D między punktami A i B (rys. 151 i 152) o współrzędnych geograficznych oblicza się ze wzoru:

$$D=\frac{x}{\cos g} \text{ lub } D=\frac{y}{\sin g}.$$

Wartości x i y oraz g oblicza się jak w punkcie 174, a odległość jak w punkcie 175 przez logarytmowanie:

$$\log D=\log y-\log \sin g$$
$$\log D=\log x-\log \cos g,$$

lub z wartości cosinusu i sinusa.

ROZDZIAŁ G.

WIADOMOŚCI O BŁĘDACH.

1. Określenia ogólne.

177. Nieścisłość pomiarów.

Z powodu licznych czynników nie sprzyjających (niedoskonałość środków ludzkich i t. p.) wyniki, jakie otrzymuje się przy pomiarach, nie są prawie nigdy zupełnie ścisłe. Zależnie od rodzaju przyczyn tej nieścisłości rozróżnia się przedewszystkiem *omyłki* i *błędy*.

178. Omyłki.

Omyłką nazywa się niedokładność wynikającą z nieuwagi, przeoczenia lub pominięcia przez roztargnienie jakiejś wartości, jak np. 20 m przy mierzeniu odległości taśmą z powodu niedostatecznie uważnego liczenia ilości odłożonych odcinków 20 m lub też zagubienia jednej szpilki.

Drugim przykładem omyłki jest przeoczenie jednej kreski przy odczytaniu wartości na podziałce danego przyrządu i przyjęcie skutkiem tego wartości błędnej o 1^t, 5^t, 10^t lub 100^t, zależnie od rodzaju podziałki.

Z tych dwóch przykładów widać, że omyłki są zasadniczo zawsze duże w porównaniu z niedużemi błędami, jakie są dopuszczalne przy danych pomiarach. Dlatego też jest rzeczą niezbędną, aby wyniki pomiarów były wolne od omyłek. Ponieważ zaś omyłkę może popełnić nawet najbardziej sumienny, staranny i wprawny pracownik, przeto zachodzi potrzeba sprawdzenia wyników każdej czynności, chociażby najprostszej.

Wynik danego pomiaru można sprawdzić bezpośrednio lub pośrednio.

Sprawdzenie bezpośrednie polega na powtórzeniu pomiaru tym samym sposobem i porównaniu obu otrzymanych wyników.

Sprawdzenie pośrednie polega na określeniu drugiego wyniku sposobem odmiennym, o ile możności niezależnym od pierwszego, i porównaniu obu otrzymanych wyników.

Jeżeli pomiar powtórzono z tą samą dokładnością co pierwszy, należy przyjąć średnią otrzymanych wyników za ostateczny

wynik. Jeżeli zaś pomiar powtórzono sposobem mniej dokładnym, nie należy zmienić wartości otrzymanej przy pierwszym pomiarze.

Przez metodyczne sprawdzanie wyniku każdej czynności zaraz po jej wykonaniu nie traci się nigdy na czasie, lecz odwrotnie unika się bardzo często potrzeby powtórzenia całego pomiaru, celem znalezienia przyczyn niedopuszczalnej niedokładności otrzymanego wyniku.

179. Błędy.

Błędem nazywa się niedokładność wynikająca z wpływów i przyczyn od nas niezależnych (jak np. z niedoskonałości wzroku), nie dających się usunąć w zupełności. Przy danym pomiarze istnieje zwykle pewna ilość przyczyn błędu, zwanych również **źródłami błędów.**

Każdy błąd, wynikający z jednej tylko przyczyny, nazywa się **błędem pojedyńczym** (elementarnym), błąd zaś wynikający z błędów pojedyńczych, czyli błąd, jakim jest obarczony wynik pomiaru, nazywa się **błędem całkowitym.**

Zależnie od rodzaju przyczyn błędów rozróżnia się *błędy systematyczne* i *błędy przypadkowe.*

2. Błędy systematyczne.

180. Właściwości błędów systematycznych.

Błędem systematycznym nazywa się błąd, wynikający z przyczyn, których wpływ jest zasadniczo stały, jak np. z niedokładności przyrządów.

Jeżeli np. mierzy się odległość taśmą, której długość wynosi 20,02 m zamiast 20 m, otrzymuje się przy odmierzeniu każdego odcinka 20 m wynik, obarczony błędem — 2 cm. W tym więc wypadku powstaje przy każdym pomiarze błąd systematyczny tej samej wielkości i tego samego znaku. W innych zaś wypadkach przy pomiarze kątów, błąd systematyczny może być różnej wielkości i różnego znaku [1]).

Wpływ błędów systematycznych, których przyczyny są znane, można usunąć lub przynajmniej zmniejszyć do minimum przy stosowaniu odpowiednich sposobów wykonywania pomiaru.

3. Błędy przypadkowe.

181. Właściwości błędów przypadkowych.

Błędem przypadkowym nazywa się błąd wynikający z przyczyn, których wpływ nie jest jednakowy przy kolejnych pomiarach. Mierząc np. kilka razy długość danej linji w terenie tą samą taśmą, otrzymuje się wyniki do siebie bardzo zbliżone, ale jednak różne. Różnice między temi wynikami wynikają z błędów przypadkowych, powstających przy każdym pomiarze.

Jeżeli wynik pomiaru jest większy od jego rzeczywistej wartości, błąd jest **błędem dodatnim;** jeżeli zaś wynik jest mniejszy, błąd jest **błędem ujemnym.**

[1]) Takim błędem systematycznym jest błąd mimośrodowości w kątomierzach lub przenośnikach.

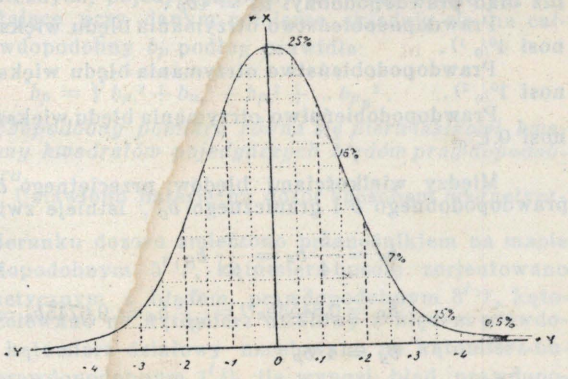
Teorja prawdopodobieństwa wykazuje i doświadczenie to potwierdza, że przy wielokrotnem powtórzeniu pomiaru w tych samych warunkach, to znaczy tym samym przyrządem i tym samym sposobem, otrzymuje się wyniki z błędami przypadkowemi, które co do rozkładu i wielkości podlegają pewnym prawidłom:

— ilość błędów dodatnich i ujemnych jest jednakowa;

— ilość błędów małych jest większa niż ilość błędów dużych;

— wielkość błędów nie przekracza pewnych granic.

Przyjmując wielkości błędów dodatnich za rzędne Y dodatnie, wielkości błędów ujemnych za rzędne ujemne, a liczby, wyrażające ilość błędów tej samej wielkości i tego samego znaku za odcięte X dodatnie i nanosząc współrzędne te na wykres w stosunku do dowolnie obranych osi X-ów i Y-ów, otrzymuje się szereg punktów zarysowujących **krzywą błędów** (rys. 153).



Rys. 153.

Z wielkości i rozkładu tych błędów można wyprowadzić *błąd przeciętny, błąd średni, błąd prawdopodobny* i *błąd graniczny.*

182. Błąd przeciętny.

Błędem przeciętnym b_a nazywa się średnią arytmetyczną poszczególnych błędów b_1, b_2, b_3, b_n, powstających przy n-krotnem powtórzeniu pomiaru.

$$b_a = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + \ldots b_n}{n}.$$

Prawdopodobieństwo otrzymania błędu większego niż błąd przeciętny wynosi 42%.

183. Błąd średni.

Błędem średnim b_s nazywa się błąd równy pierwiastkowi kwadratowemu ze średniej arytmetycznej kwadratów poszczególnych błędów b_1, b_2, b_3 .... b_n, powstających przy n-krotnem powtórzeniu pomiaru.

$$b_s = \sqrt{\frac{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + \ldots b^2 n}{n}}.$$

184. Błąd prawdopodobny.

Błędem prawdopodobnym b_p nazywa się błąd, w stosunku do którego przy wielokrotnem powtórzeniu pomiaru powstaje jednakowa ilość błędów mniejszych i większych.

Prawdopodobieństwo otrzymania błędu większego niż błąd prawdopodobny wynosi 50%.

Jeżeli z obu stron osi X-ów, dzielącej pole objęte krzywą błędów na dwie równe części, odłoży się 4 jednakowe pasy pionowe o wartości odpowiadającej błędowi prawdopodobnemu, to ilość błędów leżących w tych pasach wynosi 25%, 16%, 17% i 1,5%, ilość zaś błędów leżących poza granicą tych 4 pasów wynosi 0,5%.

185. Błąd graniczny.

Błędem granicznym b_g nazywa się największy błąd, jaki może powstać przy danym pomiarze.

Zwykle przyjmuje się, że błąd graniczny jest 4 razy większy niż błąd prawdopodobny: $b_g = 4b_p$.

Prawdopodobieństwo otrzymania błędu większego niż $3b_p$ wynosi 4% [1].

Prawdopodobieństwo otrzymania błędu większego niż $4b_p$ wynosi 1% [2].

Prawdopodobieństwo otrzymania błędu większego niż $5\ b_p$ wynosi 0,1%.

186. Związek między wielkościami błędów.

Między wielkościami błędów: przeciętnego b_p, średniego b_s, prawdopodobnego b i granicznego b_g , istnieje związek:

$$b_s = \frac{5}{4} b_a = \frac{3}{2}\ b_p$$

$$b_p = 0{,}8453 b_a\ [3] = \frac{5}{6}\ b_a = 0{,}6745 b_s = \frac{2}{3} b_s$$

$$b_g = 4\ b_p\ .$$

187. Miernik dokładności pomiaru.

Każdy z błędów wyżej omawianych (przeciętny, średni, prawdopodoby i graniczny) może służyć za miernik dokładności danego pomiaru lub danego przyrządu. W artylerji *stopień dokładności prac topograficznych* wyraża się wartością *błędu prawdopodobnego*, który ma takie samo znaczenie jak *uchylenie prawdopodobne* ognia, dobrze znane artylerzystom.

Samo wyrażenie „dokładność pomiaru“ jest nie wystarczające, gdyż wówczas istnieje zawsze wątpliwość co do wielkości możliwego błędu.

4. Składanie się błędów.

188. Składanie się błędów systematycznych.

Przy pomiarze odległości taśmą błędy systematyczne wzrastają proporcjonalnie do długości mierzonej linji. Jeżeli np. b_o' jest błędem, jaki wskutek niewłaściwej długości taśmy powstaje przy odmierzaniu każdego odcinka 20 m, to przy pomiarze obejmującym i odcinków, całkowity błąd b_o, wynikający z wpływu błędów systematycznych, będzie:

$$b_o = b_o' . i .$$

[1]) Ściślej 4,3%.
[2]) Ściślej 0,7%.
[3]) Stosunek między błędem przeciętnym i błędem prawdopodobnym jest taki sam jak między *uchyleniem przeciętnem* ognia i *uchyleniem prawdopodobnem*.

Przy pomiarze kątów błędy systematyczne powstają z niedokładności przyrządów; błędy te są stałe, lecz różnej wielkości i różnego znaku przy kątach różnej wartości.

189. Składanie się błędów przypadkowych

Pojedyńcze błędy przypadkowe, powstające z różnych przyczyn przy danym pomiarze, nie składają się proporcjonalnie do ich wielkości, powstają bowiem błędy dodatnie i ujemne, wskutek czego częściowo się znoszą.

Wszystkie błędy przypadkowe (przeciętne, średnie, prawdopodobne i graniczne) składają się w sposób niżej omówiony.

Przy prostych pomiarach, z jakiemi ma się do czynienia przy pracach topograficznych, pojedyńcze błędy prawdopodobne b_{p_1}, b_{p_2}, $b_{p_3} \ldots\ b_{p_n}$, powstające przy danym pomiarze, składają się na całkowity błąd prawdopodobny b_p podług prawidła:

$$b_p = \sqrt{b_{p_1}^2 + b_{n_2}^2 + b_{p_3}^2 + \ldots\ b_{p_n}^2}\ .$$

Błąd prawdopodobny pomiaru równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sumy kwadratów pojedyńczych błędów prawdopodobnych tego pomiaru.

Przykład. Ustawiono baterję na dozór sposobem magnetycznym.

Azymut kierunku dozoru zmierzono przenośnikiem na mapie z błędem prawdopodobnym 5^t [1]), kątomierz-busolę zorjentowano sposobem magnetycznym z błędem prawdopodobnym 3^t [1]), kątomierz-busolę nacelowano na kątomierz działowy z błędem prawdopodobnym 1^t [2]), kątomierz działowy nacelowano na kątomierz-busulę z błędem prawdopodobnym 1^t [2]). Ile wynosi błąd prawdopodobny b_p ustawienia baterji na dozór?

$$b_p = 5^2 + 3^2 + 1^2 = 6^t\ .$$

Przykład ten wykazuje, jak mały wpływ na dokładność pomiaru mają te błędy pojedyńcze, które w porównaniu z pozostałemi (innemi) są nieduże. Tak np. 2 błędy b_{p_1} i $b_{p_2} = \frac{b_{p_1}}{2}$ składają się na błąd:

$$b_p = \sqrt{b_{p_1}^2 + \frac{b_{p_1}^2}{4}} = b_{p_1} . 1{,}1\ ;$$

podobnie trzy błędy b_{p_1}, $b_{p_2} = \frac{b_{p_1}}{2}$ i $b_{p_3} = \frac{b_{p_1}}{2}$ składają się na błąd:

$$b_p = \sqrt{b_{p_1}^2 + \frac{b_{p_1}^2}{2}} = b_{p_1} . 1{,}2\ ,$$

skąd wniosek:

jeżeli na błąd pomiaru składa się kilka błędów pojedyńczych, można przy ocenianiu dokładności pomiarów nie brać pod uwagę

[1]) Wartości błędów prawdopodobnych poszczególnych pomiarów są podane w Części II.
[2]) Błąd prawdopodobny, wynikający z niedokładności kątomierza i nieścisłości nacelowania.

tego lub tych błędów, które są mniejsze niż połowa największego błędu.

Jeżeli np. przy ustawieniu baterji na dozór powstać mogą pojedyńcze błędy prawdopodobne $b_{p_1} = 10^t$, $b_{p_2} = 4^t$, $b_{p_3} = 2_t$ i $b_{p_4} = 1^t$, można w praktyce odrzucić błędy b_{p_2}, b_{p_3}, b_{p_4}, i przyjąć, że błąd prawdopodobny b_p ustawienia baterji na dozór wynosi 10^t.

Jeżeli pojedyńcze błędy prawdopodobne b_{p_1}, $b_{p_2} \ldots b_{p_n}$ są jednakowe, wtedy oznaczając ich wartość przez b_p' i ich ilość przez i, otrzymuje się całkowity błąd prawdopodobny b_p ze wzoru:

$$b_p = b_p' \sqrt{i},$$

skąd twierdzenie:

błąd prawdopodobny wyniku pomiaru, obarczonego kilkoma błędami pojedyńczemi jednakowej wielkości, równa się wartości jednego błędu pojedyńczego pomnożonej przez pierwiastek kwadratowy z ilości błędów pojedyńczych.

Przykład. Błąd prawdopodobny b_p' pomiaru odcinka 20 m zapomocą taśmy 20 m wynosi 0,03 m; ile wyniesie całkowity błąd prawdopodobny b_p pomiaru odcinka 180 m?

$$i = 180 : 20 = 9$$

$$b_p = 0{,}03 \sqrt{9} = 0{,}09\,\text{m}.$$

Jeżeli pomiar, którego całkowitym błędem prawdopodobnym jest b_p, powtarza się n razy, to całkowity błąd prawdopodobny b_p'' średniego wyniku pomiaru otrzymuje się ze wzoru:

$$b_p'' = \frac{b_p}{\sqrt{n}},$$

skąd twierdzenie:

błąd prawdopodobny średniego wyniku kilkakrotnego pomiaru równa się błędowi prawdopodobnemu wyniku jednokrotnego pomiaru dzielonemu przez pierwiastek kwadratowy z ilości powtórzeń pomiaru.

Przykład. Całkowity błąd prawdopodobny b_p, wynikły z jednokrotnego zmierzenia współrzędnej X lub Y danego punktu na mapie w skali 1 : 25 000 wynosi 4 m. Ile wynosi błąd prawdopodobny b_p'' średniego wyniku czterokrotnego zmierzenia?

$$b_p'' = \frac{4}{\sqrt{4}} = 2\ \text{m}\ ^1).$$

W następstwie poprzedniego twierdzenia wynika, że jeżeli b_p jest całkowitym błędem prawdopodobnym jednokrotnego pomiaru, ilość n pomiarów jaką należy wykonać, aby błąd prawdopodobny ich średniego wyniku nie przekraczał wartości b_p'', otrzymuje się z wzoru:

$$n = \left(\frac{b_p}{b_p''}\right)^2$$

skąd twierdzenie:

ilość pomiarów (powtórzeń pomiaru), jakie należy wykonać, aby błąd prawdopodobny ich średniego wyniku nie przekraczał wartości określonej, równa się kwadratowi ilorazu z błędu prawdopodobnego jednokrotnego pomiaru przez określoną wartość błędu.

Przykład. Błąd prawdopodobny jednokrotnego zorjentowania kątomierza-busoli sposobem magnetycznym wynosi 3^t [1]; ile razy n należy powtórzyć zorjentowanie, aby przy przyjęciu średniej otrzymanych wyników błąd prawdopodobny zorjentowania nie przekraczał 1^t?

$$n = \left(\frac{3}{1}\right)^2 = 9.$$

Zorjentowanie należy powtórzyć 9 razy [2].

190. Porównanie wpływu błędów przypadkowych i systematycznych.

Przykłady podane niżej w tabelkach uwidoczniają, w jakim stopniu błędy systematyczne i błędy przypadkowe wpływają na dokładność wyniku pomiarów.

Jednokrotny pomiar odległości taśmą 20,02 m (zamiast 20 m).
Błąd systematyczny w odmierzeniu odcinka 20 m wynosi 0,02 m.
Przypadkowy błąd prawdopodobny w odmierzeniu odcinka 20 m wynosi 0,03 m.

Odległości mierzone	20 m	200 m	2000 m
Błąd systematyczny $b_o = 0{,}02 \cdot l$	0,02 m	0,20 m	2 m
Przypadkowy błąd prawdopodobny $b_p = 0{,}03 \cdot \sqrt{l}$	0,03 m	0,10 m	0,3 m

n-krotny pomiar odległości 200 m jak wyżej.
Błąd systematyczny jednokrotnego pomiaru wynosi 0,2 m.
Przypadkowy błąd prawdopodobny jednokrotnego pomiaru wynosi 0,1 m.

Ilość powtórzeń pomiaru n	1	10	100
Błąd systematyczny $b_o = 0{,}2$ m	0,2 m	0,2 m	0,2 m
Przypadkowy błąd prawdopodobny $b_p = \frac{0{,}03}{\sqrt{n}}$	0,03 m	0,01 m	0,003 m

Z przykładów podanych w tych tabelkach widać, że:

— wpływ błędów systematycznych jest niebezpieczniejszy niż wpływ błędów przypadkowych;

— przez powtórzenie pomiaru odpowiednią ilość razy i przyjęcie średniej otrzymanych wyników można zmniejszyć dowolnie wpływ błędów przypadkowych;

— otrzymanie bardzo dokładnego wyniku pomiaru przez powtórzenie go odpowiednią ilość razy tylko wówczas jest możliwe,

[1]) Rzecz oczywista, że przez kilkakrotne zmierzenie współrzędnej X lub Y nie zmniejsza wcale błędu, z jakim punkt jest oznaczony na mapie.

[1]) Wartość ta odnosi się do kątomierza w dobrym stanie i dobrze ukierunkowanego (Część II).

[2]) Szczegóły postępowania są podane w części II.

gdy pomiar jest wolny od błędów systematycznych; jest zatem rzeczą konieczną, aby przy posługiwaniu się przyrządami i wykonywaniu pomiarów stosowano odpowiednie sposoby, zmniejszające wpływ błędów systematycznych do minimum.

5. Błędy o szczególnem znaczeniu.

191. Błąd graficzny.

Błędem graficznym nazywa się błąd, jaki, pomimo użycia ołówka dobrze zaostrzonego, popełnia się przy pracach wykreślnych, np. przy naznaczaniu punktu na rysownicy nawprost jednej z kresek linijki lub przy wykreślaniu linji przez punkt naznaczony na rysownicy.

Wielkość błędu graficznego zależy od doskonałości wzroku rysownika oraz od jakości ołówka.

Średnia wartość prawdopodobnego błędu graficznego wynosi 0,1 mm.

Im mniejsza jest skala rysunku, tem większy wpływ na błąd graficzny na dokładność pomiaru. Wpływ tego błędu uwidocznia następująca tabelka.

Skala	Błąd graficzny	Wartość jakiej błąd graficzny odpowiada w terenie
1: 1000	0,1 mm	0,1 m
1: 2000	0,1 „	0,2 „
1: 5000	0,1 „	0,5 „
1: 10000	0,1 „	1 „
1: 20000	0,1 „	2 „
1: 25000	0,1 „	2,5 „
1:100000	0,1 „	10 „

Aby zmniejszyć do minimum wpływ błędu graficznego, należy zawsze wykonywać prace w największej z tych skal, które można stosować przy przeprowadzanych pomiarach.

192. Błąd oceniania i błąd odczytywania.

Taką samą wartość i taki sam wpływ jak błąd graficzny, mają:

— błąd, jaki popełnia się przy przekładaniu linjału do danego punktu lub do danej linji na rysownicy;

— błąd, jaki popełnia się przy ocenianiu położenia jednej z kresek podziałki linjału względem punktu naznaczonego na rysownicy;

— błąd, jaki popełnia się przy odczytywaniu na podziałce linjału wartości nawprost innego punktu linji.

DZIAŁ CZWARTY.

ZDJĘCIE KRAJU. MAPY I ICH WYKORZYSTYWANIE.

ROZDZIAŁ A.

ZDJĘCIE KRAJU.

193. Podział prac.

Prace, związane z wykonaniem zdjęcia kraju i wydaniem tego zdjęcia w postaci map, dzielą się na:

— **pomiary geodezyjne,**
— **prace topograficzne,**
— **prace kartograficzne.**

1. Pomiary geodezyjne.

194. Przedmiot pomiarów geodezyjnych.

Pomiary geodezyjne mają na celu określenie jak najdokładniej współrzędnych geograficznych i wyniosłości nad poziomem morza odpowiedniej ilości *punktów stałych*, rozłożonych mniej więcej równomiernie na całym obszarze kraju. Punkty stałe, wyraźne i widoczne zdaleka (wieże i sygnały specjalnie budowane, wieże kościelne i inne, kominy fabryczne i t. p.), nazywa się **punktami geodezyjnemi** lub **trygonometrycznemi,** a zespół ich **siecią geodezyjną** lub **siecią trygonometryczną.**

Łącząc odpowiednio w myśli poszczególne punkty geodezyjne ze sobą, otrzymuje się na elipsoidzie siec trójkątów wzajemnie do siebie przylegających (rys. 154).

Jeżeli przy takim związaniu punktów określi się kolejno:

— długość boku $A\,B$ jednego trójkąta,
— współrzędne geograficzne punktu A,
— azymut geograficzny G tego boku,
— wszystkie lub przynajmniej dwa kąty każdego z trójkątów,

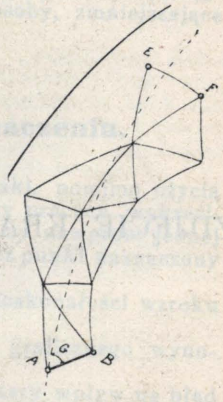
wtedy drogą trygonometrycznego rozwiązania tych trójkątów można będzie obliczyć kolejno długość ich boków i współrzędne geograficzne wszystkich punktów geodezyjnych. Ponadto można będzie sprawdzić otrzymane wyniki, mierząc długość boku $E\,F$

ostatniego trójkąta i porównywając ją z długością otrzymaną z obliczeń.

Całokształt czynności, wiążących się z zakładaniem sieci geodezyjnej, mierzeniem kątów i ich rozwiązywaniem oraz obliczaniem współrzędnych geograficznych, nazywa się **triangulacją.** Wyjściowy bok *A B*, służący za podstawę do obliczeń, nazywa się **podstawą triangulacji,** końcowy zaś bok *E F*, służący do sprawdzenia — **pomocniczą podstawą** triangulacji. W triangulacji, obejmującej duży obszar, stosuje się kilka podstaw pomocniczych.

Jeżeli wiadoma jest wyniosłość jednego z punktów geodezyjnych, wtedy korzystając z sieci trójkątów, wiążącej te punkty, można określić kolejno wyniosłość wszystkich pozostałych punktów zapomocą trygonometrycznych pomiarów wysokości.

Całokształt czynności, mających na celu określenie wyniosłości punktów geodezyjnych, nazywa się **niwelacją geodezyjną.**



Rys. 154.

a) Zakładanie podstawy triangulacji.

195. Czynności związane z zakładaniem podstawy triangulacji.

Zakładanie i określanie podstawy triangulacji obejmują czynności następujące:
— obieranie podstawy,
— pomiar długości podstawy,
— rozwijanie podstawy,
— określanie współrzędnych geograficznych jednego z końców podstawy rozwiniętej oraz jej azymutu geograficznego.

196. Obieranie podstawy.

Do założenia podstawy triangulacji obiera się odpowiedni teren, o ile możliwości równy, mniej więcej poziomy i wolny od przeszkód, jak zabudowań i t. p., któreby mogły utrudnić lub uniemożliwić wytyczenie podstawy. Podstawa wynosi zwykle kilkanaście kilometrów[1].

197. Pomiar długości podstawy.

Końce podstawy ustala się w terenie zapomocą kamieni silnie umocowanych w ziemi i zaopatrzonych w odpowiednie znaki.

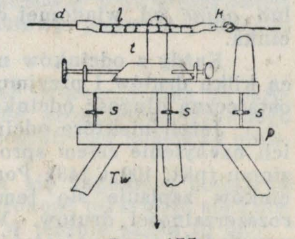
Pomiar długości podstaw triangulacji wykonywano dawniej łatami (pkt. 113), obecnie zaś łat używa się tylko przy mierzeniu podstaw miejscowych triangulacji, nie obejmujących dużego obszaru. Pomiar długości podstaw dużych triangulacji wykonywa się zapomocą przyrządów JAEDERIN'A [2].

Przyrządy te składają się z 6 drutów pomiarowych 24 m i 1 druta 8 m, trójnogów wytycznych, trójnogów ustawnych, ciężarków 10 kg i taśmy.

[1] Mniejsze podstawy stosuje się tylko przy triangulacjach obejmujących nieduży obszar.

[2] Od nazwiska wynalazcy, geodety szwedzkiego.

Druty 24 m i 8 m o średnicy 1,65 mm są wykonane ze specjalnego metalu (inwar) [1] o bardzo małym współczynniku rozszerzalności. Druty *d* mają na obu końcach listewkę *l* z kółkiem *k* i podziałką w milimetrach (rys. 155). Druty 24 m służą do pomiaru odcinków 24 m, na które dzieli się podstawę; drut 8 m służy do mierzenia odcinków krótszych niż 24 m.



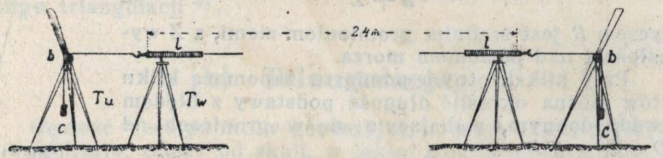
Rys. 155.

Dokładną długość każdego drutu oraz jego współczynnik rozszerzalności w zależności od zmiany temperatury, określono ściśle przez porównanie z *miarą wzorcową* [2] przy różnych temperaturach. Poza tem przed rozpoczęciem i po ukończeniu pomiarów porównywa się każdy drut z miarą ściśle ustaloną na stałym przedmiocie, np. na ścianie gmachu, celem umożliwienia sprawdzenia, czy druty się nie rozciągnęły podczas pomiaru.

Do przewożenia nawija się druty na bęben o średnicy około 0,5 m.

Trójnogi wytyczne *Tw* (rys. 155 i 156) mają podstawę trójramienną *p* z trzpieniem *t* i śrubami ustawnemi *s*; trójnogi te służą do wytykania kolejno 24 m odcinków podstawy.

Trójnogi ustawne *Tu* (rys. 156) mają blok *b* i służą do ustawiania drutów wzdłuż mierzonego odcinka.



Rys. 156.

Ciężarki *c* służą do zapewnienia stałego natężenia drutu przy pomiarze.

Aby wykonać pomiar długości podstawy, należy ją wytyczyć w terenie i podzielić na odcinki 24 m zapomocą taśmy.

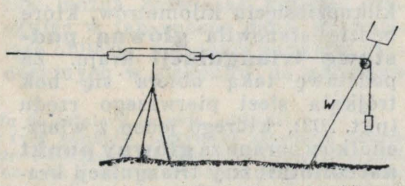
Każdy z odcinków 24 m mierzy się w sposób uwidoczniony na rysunku 156; w tym celu ustawia się trójnogi wytyczne [3] na końcach odcinka, a nieco za niemi i na tej samej linji—trójnogi ustawne [4]; następnie kładzie się linki z ciężarkami na bloki trójnogów

[1] Stop w stosunku 64% stali i 36% niklu; zmiana długości druta 24 m na 1° zmiany temperatury wynosi tylko 0,024 mm.

[2] Złożona w Głównym Urzędzie Miar.

[3] Zamiast trójnogów wytycznych można także używać palików, które się wbija w ziemię i w których wierzchołki wbija się cienki gwóźdź.

[4] Zamiast trójnogów ustawnych można używać widełków ustawnych *w* (rys. 157).



Rys. 157.

ustawnych i zahacza się te linki o kółka listewek drutu 24 m. Wtedy można odczytać na podziałkach listewek, nawprost rysy wskaznikowej naciętej na trzpieniach trójnogów ustawnych, wartości, których sumę lub różnicę, zależnie od znaku, trzeba *dodać* lub *odjąć* od wiadomej długości drutu, aby otrzymać długość odcinka.

Każdy z odcinków mierzy się kolejno w ten sposób zapomocą kilku drutów i przyjmuje się średnią otrzymanych wyników za ostateczną długość odcinka.

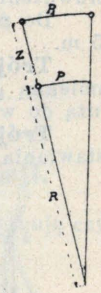
Jeżeli niektóre odcinki nie są poziome, mierzy się również ich nachylenie celem sprowadzenia otrzymanych długości do poziomu (pkt. 100 i 143). Ponadto przy mierzeniu poszczególnych odcinków zapisuje się temperaturę, celem uwzględnienia wpływu rozszerzalności drutów. Wreszcie w obliczeniu długości podstawy uwzględnia się *wyniosłość terenu nad poziomem morza*, zamieniając zmierzoną podstawę $A_1 B_1 = P_1$ na podstawę $A B = P$ na elipsoidzie ziemskiej, czyli sprowadzając podstawę do elipsoidy odniesienia.

Przy tem zadaniu uważa się ziemię za kulę (rys. 158), przyjmując, że:

$$\frac{P_1}{P} = \frac{R+Z}{R},$$

z czego

$$P = \frac{P_1 . R}{R+Z},$$



Rys. 158.

przyczem R jest średnim promieniem ziemi, a Z wyniosłością nad poziomem morza.

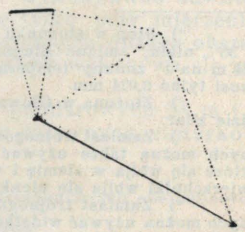
Przy kilkakrotnym pomiarze zapomocą kilku drutów można określić długość podstawy z błędem prawdopodobnym, wahającym się w granicach od $\frac{D}{500\,000}$ do $\frac{D}{1000\,000}$, czyli od 2 cm do 1 cm na 10 km. Przy jednokrotnym pomiarze błąd prawdopodobny wynosi średnio $\frac{D}{200\,000}$.

Czas na wykonanie jednokrotnego pomiaru odcinka 1 km wynosi średnio 1 g. 30 min.

198. Rozwijanie podstawy.

Podstawę długości kilkunastu kilometrów, zmierzoną bezpośrednio w terenie, jak wyżej, rozwija się zapomocą trójkątów (rys. 159 i 160), aby stworzyć podstawę kilkudziesięciu kilometrów, które będzie stanowiła **główną podstawę triangulacji** kraju. Za podstawę taką obiera się bok trójkąta sieci pierwszego rzędu (pkt. 203), którego jeden z wierzchołków obrano za **główny punkt astronomiczny** triangulacji kraju. Głównym punktem astronomicznym nowej triangulacji Polski jest punkt „Borowa Góra“ około Zegrza

Rys. 159.


Rys. 160.

pod Warszawą. Ze względu na niekorzystny pod względem dokładności kształt trójkątów rozwinięcia podstawy, mierzy się ich kąty z jak największą dokładnością, aby przy obliczaniu długości podstawy przez rozwiązanie trójkątów, zachować prawie całkowicie dokładność, osiągniętą w pomiarze podstawy pierwotnej drutami Jaederin'a.

199. Określanie współrzędnych geograficznych jednego z końców podstawy głównej oraz jej azymutu geograficznego.

Aby umiejscowić i zorjentować sieć triangulacyjną na elipsoidzie ziemskiej, określa się współrzędne geograficzne głównego punktu astronomicznego oraz azymut geograficzny podstawy głównej.

Współrzędne geograficzne określa się zapomocą pomiarów astronomicznych, przyczem długość i szerokość otrzymuje się z błędem prawdopodobnym, odpowiadającym w terenie około 10 m.

Azymut geograficzny podstawy określa się zapomocą pomiarów astronomicznych [1], z błędem prawdopodobnym wynoszącym około 1″.

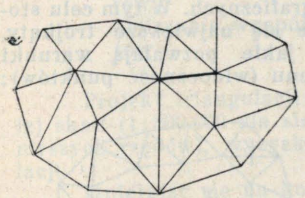
200. Podstawy pomocnicze.

Podstawy pomocnicze zakłada się, mierzy i rozwija w ten sam sposób co podstawę główną. Ich długość zaś jest zasadniczo nieco mniejsza. Azymut geograficzny każdej pomocniczej podstawy rozwiniętej oraz współrzędne geograficzne jednego z jej końców określa się zapomocą pomiarów astronomicznych, jak przy podstawie głównej. Punkty, których współrzędne geograficzne określono w ten sposób, stanowią **pomocnicze punkty astronomiczne** triangulacji [2].

b) Triangulacja.

201. Gęstość sieci geodezyjnej.

Gęstość sieci punktów geodezyjnych, jakie należy założyć na obszarze kraju, zależy od skali, w jakiej zdjęcia topograficzne mają być wykonane; do zdjęć szczegółowych w skali 1 : 10 000 lub 1 : 20 000 (1 : 25 000) potrzebna gęstość wynosi około 1 punkt na 4 km², a do zdjęć bardziej szczegółowych w skali 1 : 2 000 [3] potrzeba około 4 punktów na 1 km².


Rys. 161.

202. Triangulacja różnego rzędu.

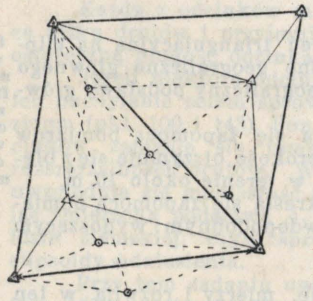
Przy *prostem związaniu* punktów geodezyjnych, opartem na podstawie triangulacji (rys. 161), otrzymuje się sieć trójkątów, które po dokonaniu potrzebnych pomiarów kątów można rozwiązać kolejno, uzyskując w ten sposób dane, pozwalające obliczyć położenie punktów geodezyjnych w stosunku do podstawy

[1]) Sposoby te w zastosowaniu do artylerji omawia część III.

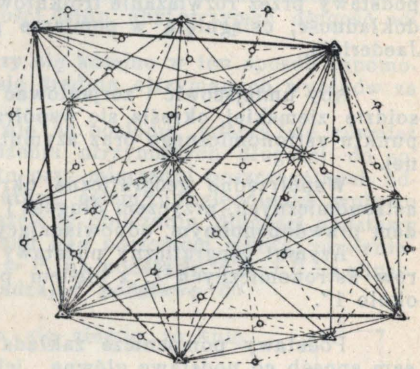
[2]) Współrzędne geograficzne tych punktów, otrzymane zapomocą pomiarów astronomicznych, nazywa się *astronomicznemi współrzędnemi geograficznemi;* współrzędne zaś geograficzne tych samych punktów, obliczone zapomocą triangulacji, nazywa się *geodezyjnemi współrzędnemi geograficznemi.* Z porównania współrzędnych astronomicznych i geodezyjnych można wnioskować, czy obrana elipsoida odniesienia odpowiada kształtowi powierzchni ziemi obszaru objętego triangulacją.

[3]) Zdjęcia katastralne.

o wiadomem położeniu geograficznem. Takim więc sposobem można określić kolejno współrzędne geograficzne wszystkich punktów geodezyjnych. Ze względu jednak na nieuniknione błędy pomiaru kątów i znaczną



Rys. 162.

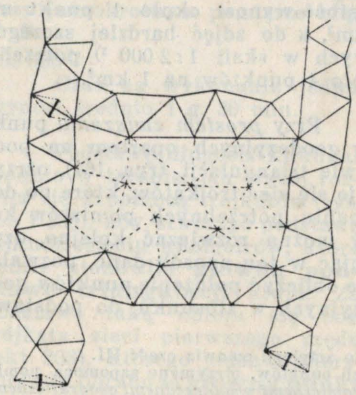


Rys. 163.

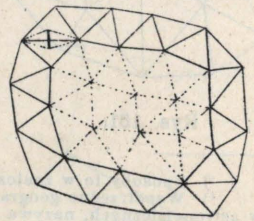
ilość tych kątów, wyniki, jakieby otrzymano przy triangulacji większego obszaru dokonanej w powyższy sposób, byłyby obarczone niedopuszczalnemi błędami; błędy bowiem przenoszą się z jednego trójkąta na drugi i wzrastają w miarę oddalania się od podstawy. Dlatego też zamiast prostego związania punktów geodezyjnych stosuje się *związanie złożone* (rys. 162 i 163), zakładając stopniowo 4 sieci punktów: *sieć pierwszego rzędu, sieć drugiego rzędu, sieć trzeciego rzędu i sieć czwartego rzędu* [1]).

203. Sieć I rzędu.

Przy zakładaniu **sieci I rzędu** dąży się jedynie do otrzymania jak największej dokładności, nie zwracając uwagi na gęstość punktów potrzebną do zdjęć topograficznych. W tym celu stosuje się największe trójkąty, na jakie pozwalają warunki terenu (widoczność punktów);



Rys. 164.



Rys. 164 a.

[1]) Niekiedy zakłada się również sieć V rzędu do zdjęć topograficznych w bardzo dużej skali (zdjęcia katastralne w skali 1:2 000 lub 1:5 000).

długość boków tych trójkątów waha się w granicach od 20 do 40 km. Ilość trójkątów pierwszego rzędu jest zatem stosunkowo nieduża, a wzrastanie błędów jest ograniczone do minimum. Ponadto trójkąty pierwszego rzędu zakłada się w ten sposób, aby były o ile możności zbliżone do trójkątów równobocznych przy których otrzymuje się najdokładniejsze wyniki obliczeń.

Sieć pierwszego rzędu dzieli się zasadniczo na **sieć łańcuchową** lub **wieńce podstawowe** i **sieć wypełniającą** (rys. 164 i 165 a). Sieć łańcuchowa składa się z łańcuchów trójkątów, które biegną zwykle w kierunku południe - północ (*łańcuchy równoleżnikowe*) i zachód-wschód (*łańcuchy południkowe*); zasadniczo każdy łańcuch wychodzi z jednej podstawy i kończy się na drugiej. Sieć wypełniająca składa się z trójkątów wypełniających pasy między łańcuchami, lub pole wewnątrz wieńców podstawowych.

204. Sieć II rzędu.

Sieć II rzędu jest nawiązana do sieci pierwszego rzędu i założona w ten sposób, aby jej punkty były odpowiednio położone do określania punktów sieci III rzędu. Długość boków trójkątów sieci II rzędu wynosi średnio 15 km.

205. Sieć III i IV rzędu.

Sieć III i IV rzędu jest nawiązana do sieci drugiego i pierwszego rzędu i założona w ten sposób, aby ostatecznie otrzymana sieć geodezyjna stanowiła *sieć punktów dostatecznie gęstych i odpowiednio położonych do zdjęć topograficznych*. Długość boków trójkątów sieci III rzędu wynosi około 5 — 6 km, a długość boków trójkątów IV rzędu 2 — 3 km.

206. Czynności triangulacyjne.

Zakładanie triangulacji obejmuje następujące czynności:

- sporządzanie projektu triangulacji,
- rozpoznanie,
- budowa punktów geodezyjnych,
- utrwalanie punktów geodezyjnych,
- pomiary kątów,

prace pomiarowe

- wyrównywanie kątów,
- obliczanie długości boków trójkątów,
- obliczanie wpspółrzędnych punktów.

prace obliczeniowe.

207. Sporządzanie projektu triangulacji.

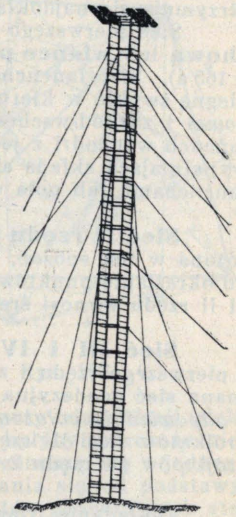
Projekt triangulacji sporządza się na podstawie mapy w małej skali (1:300 000 dla sieci pierwszego rzędu, 1:100 000 dla sieci niższych rzędów), wyzyskując jednocześnie dane dawnej triangulacji [1]).

Opierając się na kotach (cechach wyniosłości) podanych na mapie oraz na ukształtowaniu terenu, obiera się kolejno punkty sieci pierwszego rzędu i niższych rzędów w ten sposób, aby figury geometryczne powstające przy połączeniu tych punktów odpowiadały zasadniczym warunkom korzystnego układu sieci geodezyjnej, zarówno co do długości boków trójkątów, jak i co do kształtu.

[1]) Jeżeli niema jeszcze mapy obszaru, na którym ma się założyć triangulację, projekt triangulacji można sporządzić dopiero na podstawie spostrzeżeń zebranych podczas rozpoznania terenu.

Z wyniosłości miejsc obranych punktów oraz z ukształtowania i pokrycia terenu wzdłuż boków trójkątów określa się w przybliżeniu, przy uwzględnieniu krzywizny ziemi i załamywania się promieni świetlnych, możliwości celowania z jednych punktów na drugie oraz wysokość wieży i sygnałów, jakie należy zbudować, aby możliwości te osiągnąć.

208. Rozpoznanie. Rozpoznanie ma na celu sprawdzenie możności wykonywania projektu triangulacji i dostosowanie projektowanej sieci do terenu. Podczas rozpoznania przesunięcie niektórych punktów może się okazać konieczne, w celu osiągnięcia lepszych warunków widoczności oraz zmniejszenia wysokości wieży, jakie należy zbudować. Ponadto dąży się do wyzyskania w jak najszerszej mierze wydatnych budowli i przedmiotów stałych. Do rozpoznania używa się drabin zwiadowczych (rys. 165).



Rys. 165.

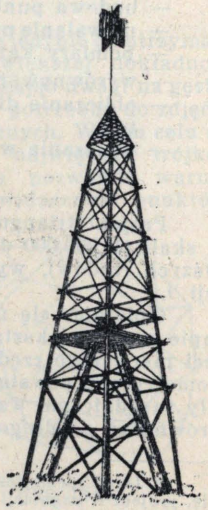
209. Rodzaje i budowa sygnałów. Budowle i inne przedmioty stałe o wyraźnym kształcie geometrycznym (wieże kościelne i inne, kominy fabryczne i t. p.) stanowią gotowe już punkty geodezyjne niższego rzędu [1]). Jednakże niektóre budowle mogą nadawać się na **stanowiska** i być wyzyskane jako punkty wyższego rzędu.

Budowle specjalne, zakładane jako punkty geodezyjne, dzielą się na *wieże*, *sygnały drzewne*, *sygnały kamienne* i *sygnały na drzewach*.

Wieża (rys. 166) jest to budowla drewniana, składająca się z dwóch zupełnie oddzielnych części: **kozła** i **rusztowania.**

Kozioł składa się z 3 lub 4 nóg, przymocowanych u góry do słupa, który stanowi podstawę do ustawiania przyrządu kątomierczego. Wysokość kozła musi być taka, aby z jego wierzchołka widać było wszystkie sąsiednie punkty trygonometryczne, do których mają być nawiązane pomiary, wykonywane z wieży.

Rusztowanie jest to budowla w kształcie piramidy (ostrosłupa), na której wierzchołku jest osadzony sygnał. Rusztowanie składa się z 3 lub 4 słupów, połączonych ze sobą poprzecznicami i zastrzałami. Rusztowanie otacza kozioł i nie powinno go dotykać w żadnem miejscu. W rusztowaniu są umieszczone drabiny, prowadzące do **pomostu** (podłogi) urządzonego nieco niżej niż wierzchołek słupa kozła. Pomost pozwala obracać się dogodnie dokoła przyrządu przy wykonywaniu pomiarów [1]).



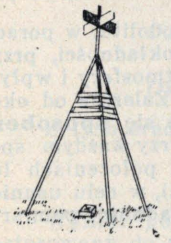
Rys. 166.

[1]) Punkty te określa się wcinaniem wprzód, nie ustawiając na nich przyrządu.

Sygnał umieszczony na szczycie wieży powinien się znaleźć na linji pionowej przechodzącej przez środek słupa kozła.

Wysokość niektórych wież wynosi kilkadziesiąt metrów.

Sygnał drzewny (rys. 167) jest to budowla w kształcie piramidy, na której wierzchołku jest osadzony właściwy sygnał. Budowla składa się z 3 lub 4 słupów, połączonych ze sobą poprzecznicami. Słupy budowli są tak rozstawione, aby można było ustawiać przyrząd kątomierczy na linji pionowej przechodzącej przez właściwy sygnał i obracać się dogodnie dokoła przyrządu. Przyrząd ustawia się bądź na jego trójnogu, bądź na słupie drewnianym lub betonowym, silnie osadzonym w ziemię.



Rys. 167.

Wysokość budowli zależy od odległości, z której sygnał ma być widoczny.

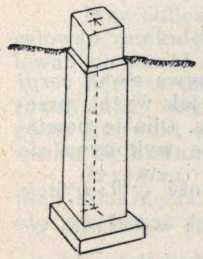
Sygnały, widziane z sąsiednich punktów trygonometrycznych na tle ciemnem (ziemia, lasy...), pobiela się wapnem, w celu powiększenia ich widoczności, sygnały zaś widziane na tle jasnem (niebo) poczernia się.

Sygnały kamienne stosuje się w obszarach o gruncie skalistym, ubogich w drzewo, przyczem zasadniczo tylko na punktach wyniosłych, tak aby sygnały było widać na tle nieba z sąsiednich punktów trygonometrycznych.

Sygnały na drzewach (rys. 168) stosuje się w terenie silnie zalesionym, jednakże tylko jako punkty triangulacji niższego rzędu.

Rys. 168.

210. Utrwalanie punktów geodezyjnych. Punkty geodezyjne utrwala się dokładnie w terenie, w sposób uniemożliwiający najmniejsze zmiany lub przesunięcia. Znak utrwalający (rys. 169) składa się zwykle ze słupa kamiennego lub betonowego i płyty. Górna część słupa stanowi **znak nadziemny,** płytka zaś **stanowi znak podziemny,** który umożliwia odszukanie punktu w razie zniszczenia znaku nadziemnego. Na każdym znaku nadziemnym i podziemnym jest nacięty krzyż lub osadzona rurka mosiężna. Znaki umieszcza się i umocowuje w ten sposób, aby krzyże znalazły się na linji pionowej przechodzącej przez właściwy sygnał. W punktach geodezyjnych I, II i III rzędu jest wkopana druga



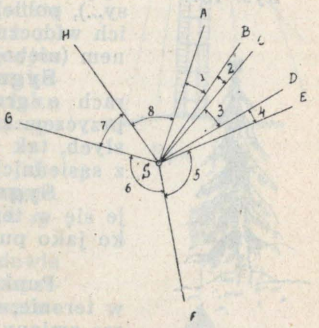
Rys. 169.

[1]) W niektórych wysokich wieżach mogą być urządzone dodatkowe pomosty pod i nad pomostem głównym; poszczególne pomosty stanowią piętra wieży. Wyższe pomosty wyzyskuje artylerja, w razie potrzeby, do rozpoznania lub obserwacji ognia.

płyta, umieszczona 0,40 m pod pierwszą i zaopatrzona również w krzyż i rurkę mosiężną. W punktach geodezyjnych I i II rzędu słup ubezpiecza się zapomocą czterech bocznych płyt kamiennych, które go otaczają. W gruncie skalistym, jak w górach, punkty geodezyjne utrwala się zwykle zapomocą rur mosiężnych, które osadza się na dnie dołu wykopanego (wykutego) w skale. Rurka ta stanowi znak podziemny; jako znak nadziemny buduje się słup kamienny wysokości około 1 m przy punktach I rzędu i 0,30 m przy punktach II rzędu.

211. Pomiary. Pomiary kątów wykonywa się zapomocą teodolitu, w porach dnia najbardziej sprzyjających pod względem dokładności, przyczem wchodzą w grę warunki oświetlenia [1], stan atmosfery i wpływ załamywania się promieni świetlnych (pkt. 146). Zależnie od okoliczności i warunków pomiary kątów wykonywa się **sposobem kierunkowym** lub **sposobem Schreiber'a.** Przy każdym sposobie pomiar powtarza się wielokrotnie w dwóch położeniach lunety [2] oraz przy różnych położeniach kręgu (koła), w celu usunięcia wpływu błędów przyrządu i zwiększenia dokładności pomiaru.

212. Pomiar kątów sposobem kierunkowym. Przy sposobie kierunkowym wykonywa się jednocześnie pomiar kilku kątów, których wspólnym wierzchołkiem jest stanowisko przyrządu S (rys. 170). W tym celu należy nacelować kolejno na wszystkie punkty nawiązania A, B, C... i zapisać odczyty nacelowań O_A, O_B, O_C...



Rys. 170.

Aby zaś upewnić się, że przyrządu nie zruszono podczas pomiaru, należy nacelować ponownie na punkt wyjściowy A, czyli *zamknąć* pomiar, wykonać odczyt nacelowania O'_A. Różnica wartości odczytów O_A i O'_A zwana **błędem zamknięcia,** nie powinna przekraczać wartości błędu granicznego, jaki może powstać przy użyciu danego teodolitu. Po dokonaniu pomiaru, wartość kątów 1, 2, 3, ... oblicza się z różnic odczytów:

$$\text{kąt } 1 = O_B - O_A$$
$$\text{„ } 2 = O_C - O_B$$
$$\text{„ } 3 = O_D - O_C$$

Aby otrzymać dokładniejsze wyniki, wykonywa się N *seryj* pomiarów. Po ukończeniu jednokrotnego pomiaru jak wyżej, przewraca się lunetę i wykonywa się pomiar ponownie. Oba te pomiary stanowią *pierwszą serję* pomiarów. *Drugą serję* wykonywa się jak pierwszą, *po przestawieniu kręgu (koła)* o wartość $\frac{\pi}{N}$ [3]; *trzecią*

[1]) Tak np. łatwiej jest obserwować w stronę zachodu w godzinach porannych, a w stronę wschodu w godzinach wieczornych.

[2]) W jednem położeniu (KL) krąg pionowy jest z lewej strony lunety, w drugiem (KP) z prawej strony

[3]) $\pi = 180^0 = 200^{gr} = 3200^t$. W teodolitach z jednym nonjuszem i w przyrządach kątomierczych artylerji należy przedstawiać krąg o $\frac{2\pi}{N}$.

zaś po *ponownem przestawieniu kręgu* o $\frac{\pi}{N}$ i t. d., aż do ukończenia zamierzonej ilości seryj [1]).

Z odczytów nacelowań:

$$O_1A,\ O_2A \ldots O_nA$$
$$O_1B,\ O_2B \ldots O_nB$$

na każdy z punktów A, B, C... oblicza się średnie odczyty O_A O_B, O_C ....

$$O_A = \frac{O_1A + O_2A + O_3A \ldots + O_nA}{n}$$

$$O_B = \frac{O_1B + O_2B + O_3B \ldots + O_nB}{n}.$$

Z tych średnich odczytów oblicza się wartość kątów:

$$\text{kąt } 1 = O_B - O_A$$
$$\text{„ } 2 = O_C - O_B$$

Wyniki pomiarów zapisuje się w tabeli, której układ jest dostosowany do rodzaju teodolitów i ilości seryj. Przy dużej ilości seryj zapisuje się zwykle odczyty każdej serji w osobnej tabeli. Przykład pomiaru w 2 serjach zapomocą teodolitu Wild'a z podziałką *w gradusach* podaje następująca tabela.

Punkty	ODCZYTY NACELOWAŃ				Średnie odczyty	Kąty
	1. serja		2 serja			
	KL	*KP*	*KL*	*KP*		
1	2	3	4	5		
A. Kałęczyn	0,0000	199,9982	100,0014	299,9993	399,9997	1= 16,9431
B, Centrala	16,9429	216,9428	116,9431	316,9419	16,9428	2= 7,0125
C. Sygnał 32	23,9567	223,9557	123,9550	323,9540	23,9553	3= 21,3842
D. Sygnał 27	45,3403	245,3388	145,3400	345,3391	45,3395	4= 8,2348
E. Sygnał 16	53,5746	253,5721	153,5760	353,5745	53,5743	5=112,4991
F. Sygnał 19	166,0754	366,0730	266,0727	166,0727	166,0734	6=131,0059
G. Zbrzeżnica	297,0778	97,0808	397,0799	197,0787	297,0793	7= 42,7265
H. Ćwikły	339,8072	139,8044	39,8062	239,8054	339,8058	8= 60,1938
A. Kałęczyn	399,9992	199,9990	100,0019	299,9988		

Przy obliczeniu średnich odczytów uwzględniono odczyty nacelowań zamknięcia, obliczając średnią wszystkich odczytów nacelowań na *punkt wyjściowy A.*

Odczyty nacelowań można też wyzyskać w inny sposób, wyrównywając błędy zamknięcia, t. zn. rozdzielając je na poszczególne kierunki proporcjonalnie do ich liczb porządkowych w stosunku do kierunku wyjściowego, uważanego za kierunek 0.

Przykład. W pomiarach 8 kierunków podanych w tabeli, błąd zamknięcia pierwszego pomiaru (kolumna 2) wynosi – 0,008; aby wyrównać ten błąd, należy *powiększyć*

odczyt kierunku B o 1. $\frac{0{,}0008}{8} = 0{,}0001$,

[1]) Tego rodzaju powtarzanie pomiaru z przestawianiem kręgu stosuje się przy pomiarach zapomocą przyrządów kątomierczych artylerji (**pomiar kątów sposobem przestawień**).

odczyt kierunku C o $2 \cdot \frac{0{,}0008}{8} = 0{,}0002$,

odczyt kierunku D o $3 \cdot \frac{0{,}0008}{8} = 0{,}0003$, i t. d.

W związku z tem otrzymuje się odczyty poprawione, które są podane obok.

A .	0,0000
B .	16,9430
C .	23,9568
D .	45,3406
E .	153,5750
F .	166,0759
G .	297,0784
H	339,4079
A .	0,0000

Odczyty nacelowań w pozostałych kolumnach przelicza się w ten sam sposób.

Oba sposoby wyzyskania odczytów nacelowań zamknięcia (pierwszy: przyjęcie średniej wszystkich odczytów nacelowań na punkt wyjściowy; drugi: wyrównanie błędów zamknięcia) mają swoje dodatnie i ujemne strony, zależne od wielu czynników, których omawianie leży poza zakresem niniejszej instrukcji. Wyrównanie błędów zamknięcia jest konieczne wtedy, gdy wszystkie pomiary wykonywa się w tę samą stronę, np. w prawo, t. j. od A do $B, C \ldots A$.

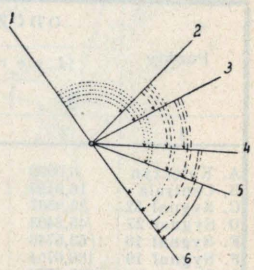
Przy mniej dokładnych pomiarach, zamknięcie uważa się jedynie za sprawdzenie, nie wyzyskując odczytów nacelowań zamknięcia [1]).

213. Pomiary kątów sposobem Schreiber'a.

Przy sposobie Schreiber'a mierzy się oddzielnie każdy z kątów, jakie można otrzymać, łącząc każdy kierunek z następnemi (rys. 171).

Przy n kierunkach można zestawić i zmierzyć oddzielnie ilość kątów pojedyńczych wynoszącą $\frac{n(n-1)}{2}$; jeżeli np. $n = 6$ otrzymuje się $\frac{6 \times 5}{2} = 15$ kątów pojedyńczych t. j:

kąt 1-2,
kąt 1-3, kąt 2-3,
kąt 1-4, kąt 2-4, kąt 3-4,
kąt 1-5, kąt 2-5, kąt 3-5, kąt 4-5,
kąt 1-6, kąt 2-6, kąt 3-6, kąt 4-9, kąt 5-6.



Rys. 171.

Z tego zestawienia widać, że przy n kierunkach wartość każdego z kątów otrzymuje się raz z bezpośredniego pomiaru, a ponadto $n-2$ razy z różnic wartości pozostałych kątów zmierzonych, czyli razem $n-1$ razy. Przy 8 kierunkach np. otrzymuje się 5 wartości każdego z kątów.

W obliczeniu średniej wartości każdego z kątów jego wartość zmierzoną bezpośrednio liczy się podwójnie, *jako mającą moc dwa razy większą*. Jeżeli np. zmierzono kąty:

1 - 2= 80° 48′42,8″	2 - 3=18° 19′47,8″	3 - 4=31° 58′46,1″
1 - 3= 99° 8′30,9″	2 - 4=49° 18′34,9″	3 - 5=47° 45′14,9″
1 - 4=130° 7′16,6″	2 - 5=66° 4′57,6″	3 - 6=80° 41′48,6″
1 - 5=146° 53′39,8″	2 - 6=99° 1′35,1″	4 - 5=16° 46′28,6″
1 - 6=179° 50′18,5″		4 - 6=49° 43′ 2,8″
		5 - 6=32° 56′36,6″

[1]) Rozwiązanie to stosuje się w artylerji, uważając tylko, aby błąd zamknięcia nie przekraczał dopuszczalnej wartości.

wartość kąta 1-2 oblicza się jak następuje:

1-2	=	80°48′42,8″
1-2	=	„ „ 42,8″
1-3—2-3	=	„ „ 43,1″
1-4—2-4	=	„ „ 41,7″
1-5—2-5	=	„ „ 42,2″
1-6—2-6	=	„ „ 43,4″

$$\frac{259{,}0''}{6} = 43{,}17''.$$

Kąt $1-2 = 80^0\ 48'43,17''$.

Pozostałe kąty 2-3, 3-4... oblicza się w ten sam sposób [1]).

Aby otrzymać dokładniejsze wyniki, wykonywa się pewną ilość seryj pomiarów, przestawiając po każdej krąg o odpowiednią wartość.

Dodatnią stroną sposobu Schreiber'a w stosunku do sposobu kierunkowego jest to, że można dostosować kolejność wykonania pomiarów do zmiennych warunków oświetlenia poszczególnych punktów.

214. Dokładność pomiarów kątów.

Do wykonywania pomiaru kątów sieci wyższego rzędu triangulacji używa się teodolitów dokładniejszych niż do pomiaru kątów sieci niższego rzędu. Dokładność jaką należy zapewnić przy sieciach różnego rzędu, oraz średnią ilość seryj, potrzebnych do osiągnięcia tej dokładności, podaje następująca tabela.

Rząd	Średnia ilość seryj	Błąd prawdopodobny pomiaru kąta	U w a g i
I	24	0,25″	Przy każdym trójkącie tych sieci mierzy się zawsze wszystkie jego 3 kąty.
II	12	1″	
III	6	2, 5″	
IV	4	4″	Przy niektórych trójkątach mierzy się tylko dwa z ich kątów [1]).
V	4	10″	

215. Pomiary kątów położenia.

Pomiary kątów wykonywa się zapomocą teodolitu, niezależnie od pomiarów kątów poziomych. Pomiary należy wykonywać w godzinach południowych (od 10 do 15 g.), w których wpływ załamywania się promieni świetlnych jest najmniejszy. Ponadto celem uwolnienia się od tego wpływu stosuje się przy sieci pierwszego rzędu **sposób jednoczesnych i wzajemnych pomiarów** (pkt. 146).

216. Wyrównywanie kątów.

Aby uzyskać jak największą dokładność i jednolitość w obliczeniach triangulacji, wyrównywa się poszczególne kąty zmierzone, przyjmując przytem, że trójkąty sieci triangulacji na elipsoidzie ziemskiej są **trójkątami sferycznemi.** Suma kątów trójkąta sferycznego jest większa niż 180^0 o wartość ε, zwaną **nadmiarem sferycznym.** Wartość ε'' w sekundach oblicza się ze wzoru:

$$\varepsilon'' = \frac{P}{R^2 \sin 1''},$$

w którym P jest powierzchnią trójkąta, a R promieniem średniej krzywizny elipsoidy w środku trójkąta.

[1]) Stosuje się wtedy wcinanie wprzód (część II).

Nadmiar sferyczny jest wartością małą, którą w praktyce uwzględnia się tylko przy trójkątach I i II rzędu.

Aby ułatwić rozwiązywanie trójkątów sferycznych o kątach A, B i C otrzymanych z pomiarów kątów, zamienia się je na trójkąty płaskie o kątach α, β i γ zapomocą wzorów [1]):

$$\alpha = A - \frac{\varepsilon}{3}$$

$$\beta = B - \frac{\varepsilon}{3}$$

$$\gamma = C - \frac{\varepsilon}{3}$$

Kąty w ten sposób otrzymane powinny odpowiadać następującym warunkom.

1. Suma kątów każdego trójkąta powinna wynosić 180^0. Jeżeli suma ta różni się od 180^0 o wartość e, należy poprawić każdy kąt o $\pm\frac{e}{3}$.

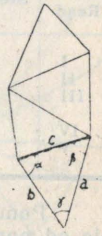
2. Suma kątów mających wspólny wierzchołek powinna wynosić 360^0.

217. Obliczanie długości i azymutów boków trójkątów.

Długość poszczególnych boków trójkątów sieci triangulacji oblicza się przez rozwiązywanie trójkątów, poczynając od trójkąta, którego jednym z boków jest podstawa główna o wiadomej długości (rys. 172). Każdy trójkąt rozwiązuje się kolejno zapomocą wzorów:

$$a = c\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}$$

$$b = c\frac{\sin\beta}{\sin\gamma}$$



Rys. 172.

Długość każdej z podstaw pomocniczych, otrzymana z obliczeń, powinna się zgadzać z długością zmierzoną bezpośrednio w terenie.

Azymuty poszczególnych boków oblicza się z wiadomej wartości azymutu podstawy głównej, wielkości kątów i zbieżności południków.

Otrzymana z obliczeń wartość azymutu geograficznego każdej z podstaw pomocniczych powinna się zgadzać z wartością azymutu geograficznego określoną zapomocą pomiarów astronomicznych.

218. Obliczanie współrzędnych i wyniosłości.

Współrzędne geograficzne punktów trygonometrycznych oblicza się z trójkątów sieci triangulacji.

Stosuje się dość zawiłe wzory, których omawianie nie leży w zakresie niniejszej instrukcji. Współrzędne geograficzne punktów sieci niższego rzędu (II-III-IV) można też obliczyć ze współrzędnych prostokątnych.

Współrzędne prostokątne oblicza się ze współrzędnych geo-

[1]) Prawo Legendre'a.

graficznych, albo też z azymutów topograficznych i długości boków trójkątów zapomocą wzorów:

$$\Delta X = D\cos t,$$
$$\Delta Y = D\sin t,$$

w których D oznacza długość danego boku trójkąta, a t kąt ostry, jaki tworzy bok z kierunkiem północy topograficznej (pkt. 82 i 173).

Wzajemną wysokość położenia punktów trygonometrycznych, czyli różnicę ich wyniosłości, oblicza się z długości boków trójkątów sieci i wartości kątów położenia.

Wyniosłość jednego z punktów trygonometrycznych określa się zapomocą geometrycznego pomiaru wysokości, nawiązanego do najbliższego punktu niwelacji ścisłej.

Znając wyniosłość jednego z punktów trygonometrycznych, oblicza się wyniosłość pozostałych przez dodawanie różnic wyniosłości [1]).

219. Dokładność triangulacji.

Następująca tabelka podaje dokładność, z jaką określa się wzajemne położenie punktów triangulacji [2]).

Rząd	Błąd prawdopodobny
I	0,05 m
II	0,07 m
III	0,10 m
IV	0,12 m

Dokładność określenia wyniosłości punktów triangulacji jest podana w punkcie 159.

c) Triangulacja topograficzna i wykreślna.

220. Triangulacja topograficzna.

Triangulację przeprowadzoną podług wyżej podanych zasad, uwzględniających krzywiznę powierzchni ziemi, nazywa się **triangulacją geodezyjną**. W niektórych wypadkach triangulację niedużych obszarów wykonywa się bez uwzględnienia krzywizny powierzchni ziemi; wówczas nazywa się ją **triangulacją topograficzną**. Sieć triangulacyjną w ten sposób otrzymaną włącza się później w ogólnopaństwową sieć triangulacyjną.

221. Triangulacja wykreślna.

Triangulację topograficzną można także wykonać wykreślnie, bądźto przez wykreślenie na stoliku kątów uprzednio zmierzonych kątomierzem, bądź też bezpośrednio na stoliku i kierownicy lub celownicy z lunetką.

Taka **triangulacja wykreślna** daje *szybko* dostatecznie dokładną sieć punktów do topograficznego przygotowania większości ogni artylerji, w razie braku dokładnych map szczegółowych.

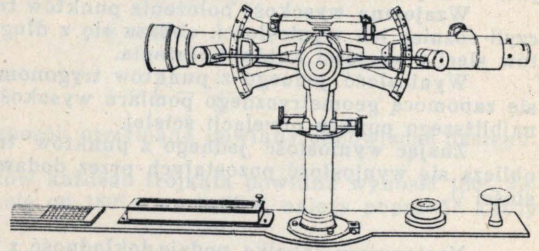
[1]) W praktyce określa się wyniosłość kilku punktów trygonometrycznych przy nawiązaniu do sieci niwelacji ścisłej, celem sprawdzenia wyniku w różnych miejscach obszaru objętego triangulacją.

[2]) Przy *działaniach wojennych zakłada się lub zagęszcza w obszarach frontowych sieć triangulacyjną z mniejszą dokładnością*, określając położenie punktów z błędem prawdopodobnym 1 m lub większym przy stosowaniu triangulacji wykreślnej.

2. Prace topograficzne.

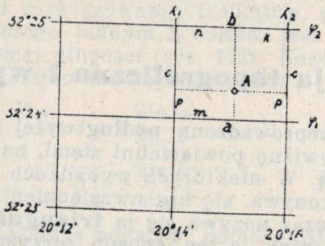
222. Przedmiot prac topograficznych. Prace topograficzne mają na celu przedstawienie na papierze pokrycia i ukształtowania terenu, czyli wykonanie zajęcia terenu przy nawiązywaniu do punktów trygonometrycznych.

Zdjęcia terenu wykonywa się zwykle bezpośrednio na stoliku zapomocą kierownicy (rys. 173) lub celownicy z lunetką, zależnie od skali zdjęcia i gęstości sieci punktów trygonometrycznych [1]).

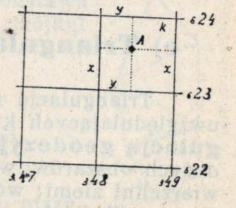


Rys. 173.

223. Nanoszenie punktów trygonometrycznych. Aby przygotować stolik do wykonywania zdjęcia umocowuje się na nim arkusz papieru i wykreśla się na tym arkuszu siatkę geograficzną [2]) (rys. 174) lub kilometrową (rys. 175), zależnie od tego, czy położenie punktów trygonometrycznych jest podane w postaci współrzędnych geograficznych, czy też prostokątnych [3]).



Rys. 174.



Rys. 175.

Następnie nanosi się w uzyskaną siatkę punkty trygonometryczne według ich współrzędnych [4]).

Aby nanieść punkt trygonometryczny A o współrzędnych geograficznych φ i λ, które według ich wartości leżą w trapezie t o podstawach a i b oraz bokach c (rys. 174), utworzonym przez równoleżniki o szerokości geograficznej φ_1 i φ_2 oraz południki o długości geograficznej λ_1 i λ_2, należy wykonać następujące czynności.

[1]) Zdjęcia w bardzo dużej skali (1:5 000 lub większej) dla potrzeb technicznych, wykonywa się zasadniczo odmiennie, przeprowadzając wpierw pomiary kątowe zapomocą teodolitu, pomiary odległości taśmą i sporządzając następnie plan na podstawie zapisanych danych.

[2]) Na podstawie wartości łuków południka i równoleżnika w danem miejscu (pkt. 52 i 62). Zamiast siatki można też wykreślić jedynie trapez. Istnieją tabele podające obliczone już wymiary trapezów w stosowanych skalach mapy.

[3]) W odwzorowaniu, w jakiem ma być dokonane zdjęcie.

[4]) Topograf, mający wykonać zdjęcie, może otrzymać stolik zupełnie gotowy z naniesionemi już punktami trygonometrycznemi. Takie przygotowanie stolików wykonywają bardzo dokładnie *zakłady kartograficzne w sposób zapobiegający odkształceniu się papieru* (przez wyklejenie papieru na płycie cynkowej).

Obliczyć wartości odcinków m, n i p, które według wielkości podstaw a i b oraz boków c, odpowiadają różnicom długości i szerokości geograficznej.

Wzory:

$$\frac{c}{p} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\varphi - \varphi_1}, \text{ skąd } p = c \cdot \frac{\varphi - \varphi_1}{\varphi_2 - \varphi_1}$$

$$\frac{b}{n} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda - \lambda_1}, \text{ skąd } n = b \cdot \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$\frac{a}{m} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda - \lambda_1}, \text{ skąd } m = a \cdot \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

Przykład:

$\varphi = 52°24'18,6''$ $\quad \lambda = 20°15'4,2''$

$\varphi_1 = 52°24'$ $\quad \lambda_1 = 20°14'$

$\varphi_2 = 52°25'$ $\quad \lambda_2 = 20°16$

$\varphi_2 - \varphi_1 = 60''$ $\quad \lambda_2 - \lambda_1 = 120''$

$\varphi - \varphi_1 = 18,6''$ $\quad \lambda - \lambda_1 = 64,2''$

$c = 74,2$ mm, $b = 90,6$ mm, $c = 90,7$ mm

$$p = \frac{742 \times 18,6}{60} = 23 \text{ mm}$$

$$n = \frac{90 \times 64,2}{120} = 48,5 \text{ mm}$$

$$m = \frac{90,7 \times 64,2}{120} = 48,5 \text{ mm}$$

Odłożyć na lewym i prawym boku trapezu, od jego dolnych rogów w górę, odcinki p i połączyć prostą końce tych odcinków.

Odłożyć odcinek m na dolnej podstawie trapezu, od jego lewego rogu w prawo.

Odłożyć odcinek n na górnej podstawie trapezu, od jego lewego rogu górnego w prawo.

Połączyć prostą końce odłożonych odcinków m i n.

Przecięcie się prostych w ten sposób uzyskanych określa położenie punktu A.

Aby nanieść punkt trygonometryczny A o współrzędnych prostokątnych X i Y, które według ich wartości leżą w kratce k siatki kilometrowej (rys. 175), należy wykonać następujące czynności.

Obliczyć wartości odcinków x i y, które w skali siatki odpowiadają wartościom, o jakie współrzędne X i Y przewyższają całkowitą ilość kilometrów; jeżeli np. $X = 523\,562$, $Y = 348\,418$, a skala siatki wynosi 1 : 25 000, odcinek x wynosi $562 : 25 = 22,5$ mm, odcinek zaś $y = 418 : 25 = 16,7$ mm.

Odłożyć na prawym i lewym boku kratki k, od jego dolnych rogów w górę, odcinki x i połączyć prostą końce tych odcinków;

Odłożyć na dolnym i górnym boku kratki k, od jego lewych rogów w prawo, odcinki y i połączyć prostą końce tych odcinków.

Przecięcie się prostych w ten sposób uzyskanych określa położenie punktu A.

Naniesienie punktów trygonometrycznych należy sprawdzić aby uniknąć wszelkich omyłek w oznaczeniu położenia tych punktów na stoliku.

224. Wykonywanie zdjęcia terenu. Wykonywanie zdjęcia terenu polega na:

— określaniu przy nawiązywaniu do punktów trygonometrycznych położenia i wyniosłości (wysokości bezwzględnej) dostatecznej ilości dodatkowych punktów, obranych w wydatnych miejscach terenu, jak: na drogach, kolejach, wzgórzach i t. p., z których można określać położenie jak największej ilości przedmiotów terenu; dodatkowe te punkty nazywa się **punktami topograficznemi.**

— określaniu z poszczególnych punktów topograficznych położenia i wyniosłości przedmiotów pokrycia terenu dokoła tych punktów oraz wyrysowaniu tych przedmiotów podług przyjętych znaków topograficznych;

— przedstawianiu ukształtowania terenu na podstawie określonych wyniosłości poszczególnych punktów topograficznych i przedmiotów terenu.

Położenie punktów topograficznych i przedmiotów terenu określa się zapomocą pomiarów kątów poziomych lub kierunków i pomiarów odległości. Sposoby wykonywania przy tem stosowane są szczegółowo omówione w części II instrukcji.

Wyniosłość punktów topograficznych i przedmiotów terenu określa się zapomocą trygonometrycznych lub geometrycznych pomiarów wysokości.

Przedstawianie pokrycia i ukształtowania terenu wykonywa się podług niżej podanych zasad.

a) Przedstawianie pokrycia terenu.

225. **Znaki topograficzne.**

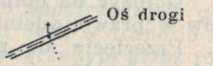
Przedmioty pokrycia terenu przedstawia się **znakami topograficznemi,** które są podane na załącznikach 2*a*, 2*b* i 2*c*. Znaki są tak obrane, aby w miarę możności ich kształt ułatwił rozpoznawanie rodzaju przedmiotów przy jednoczesnem zachowaniu przejrzystości mapy.

Niektóre znaki są podobne do rzutu poziomego przedmiotów (np. znaki oznaczające drogi, koleje, zabudowania i t. d.), inne zaś do wyglądu przedmiotów (np. znaki oznaczające krzyże lub figury przydrożne).

Zasadniczo wymiary znaków nie odpowiadają według skali rozmiarom przedmiotów. Np. szosa, której szerokość wynosi średnio 6—8 m, jest przedstawiona na mapie dwiema linjami równoległemi o grubości 0,2 mm w odstępie 0,6 mm, co razem stanowi 1 mm i odpowiada 25 m w skali 1:25 000, a 100 m w skali 1:100 000 [1]).

Podstawa lub środek znaku odpowiada właściwemu położeniu przedmiotu.

Przy drogach (kolejach) właściwie jest położona tylko oś drogi; *właściwe położenie przedmiotów przydrożnych leży na osi drogi lub też tuż przy tej osi* (rys. 176).



Rys. 176.

Im mniejsza jest skala mapy, tem bardziej są uogólnione znaki topograficzne [2]) i tem mniejsza jest ich ilość, gdyż pomija się mniej ważne przedmioty, aby zachować przejrzystość mapy.

226. **Napisy.**

Obok niektórych znaków, używanych [3]) do oznaczenia pokrewnych przedmiotów terenu, umieszcza się skróty, które usuwają wszelką wątpliwość co do rodzaju przedmiotu. Np. przy budynkach *D* oznacza dwór, *G*-gajówkę, *Grzl*-gorzelnię i t. d.

[1]) Stosuje się znaki o większych wymiarach, ze względu na niedostateczną widoczność zbyt małych znaków, które też trudno lub wprost niemożliwie byłoby wykreślać.

[2]) Np. na mapie w małej skali miasta są oznaczone kółkiem.

[3]) Pierwsza lub pierwsze litery albo też skrót wyrazu określającego przedmiot.

Poza tem inne napisy podają nazwy miast, wsi, rzek i t. d. oraz te dane, których nie można przedstawić w postaci rysunku.

Stosuje się różne rodzaje pisma, podane na kluczu znaków topograficznych.

Zasadniczo napisy biegną równolegle do dolnego skraju arkusza i na wschód od przedmiotu, do którego się odnoszą. Wyjątek stanowią napisy, któreby zakryły ważną część terenu oraz nazwy rzek, łańcuchów, gór, obszarów i kultur, które biegną równolegle do położenia tych przedmiotów.

b) Przedstawianie ukształtowania terenu.

227 **Sposoby przedstawiania ukształtowania terenu.**

Ukształtowanie terenu musi być przedstawione na zdjęciach tak, aby można było rozpoznawać *kształty* (formy) terenu oraz odczytywać, przynajmniej w przybliżeniu, wyniosłość dowolnego punktu i wielkość spadu terenu.

Ukształtowanie terenu można przedstawiać zapomocą:

— *warstwic*,

— *kreskowania*,

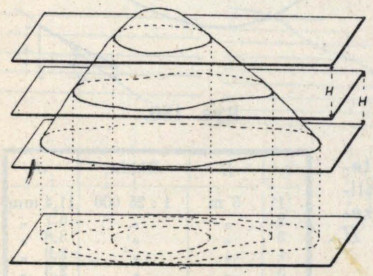
— *warstwic i kreskowania* [1]).

Przedstawienie ukształtowania terenu zapomocą warstwic jest najdokładniejsze i pozwala łatwo i szybko odczytywać wyniosłość dowolnego punktu oraz wykonywać dokładne przekroje terenu, nie daje natomiast na pierwszy rzut oka płastycznego obrazu kształtów terenu, zwłaszcza w terenie płaskim.

Warstwice nadają się do szczegółowego przedstawiania kształtów terenu, zasadniczo stosuje się je prawie na wszystkich mapach przeznaczonych do użytku wojska.

Kreskowanie daje na pierwszy rzut oka plastyczny obraz kształtów terenu, lecz nie pozwala na dokładne określanie wyniosłości dowolnego punktu i wykonywanie przekrojów terenu. Kreskowanie nadaje się do bardziej ogólnego przedstawiania ukształtowania terenu; obraz jest jednak zaciemniony, zwłaszcza w terenie górskim.

Zastosowanie warstwic z kreskowaniem daje złożone przedstawienie ukształtowania terenu, łączące w sobie zalety przedstawienia warstwicowego i przedstawienia kreskowego.



Rys. 177.

228. **Warstwice.**

Jeżeli jakieś wzniesienie terenu (rys 177) przetnie się płaszczyznami poziomemi w jednakowych odstępach, przecięcie się każdej z tych płaszczyzn z powierzchnią terenu

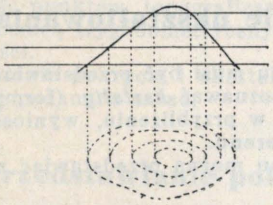
[1]) Na niektórych mapach poglądowych stosuje się również cieniowanie lub warstwice i cieniowanie, albo też dobrane barwy, podług wyniosłości terenu nad poziomem morza.

określi zamkniętą linję krzywą, której wszystkie punkty odpowiadają tej samej wyniosłości. Krzywe w ten sposób otrzymane nazywa się **warstwicami**, a płaszczyzny poziome **płaszczyznami warstwowemi.**

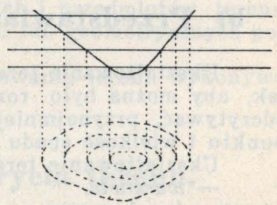
Rzut warstwic na płaszczyznę poziomą daje warstwicowe przedstawienie wzniesienia.

Stały odstęp między płaszczyznami warstwowemi nazywa się **wysokością warstwową** *H*. W terenie średnio falistym stosuje się zasadniczo wysokość warstwową 5 m, terenie górzystym 10, 20 lub 50 m a w terenie płaskim 2,5 lub 1,25 m.

Warstwicowe przedstawienia wzniesienia i zagłębienia, o jednakowych kształtach i wymiarach (rys. 178 i 179), mają jednakowy wygląd; aby odróżnić jedno od drugiego dodaje się do warstwic kreseczki, oznaczające kierunek spadu [1])



Rys. 178.

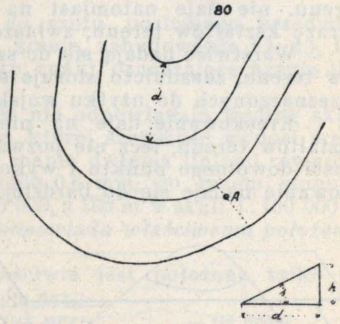


Rys. 179.

Jeżeli wyniosłość jednej warstwicy nad poziome m morza ora oraz wysokość warstwowa są znane, można łatwo określić wyniosłości pozostałych warstwic, a stąd przez interpolację wyniosłość dowolnego punktu *A* (rys. 180), leżącego między dwiema warstwicami.

Oznaczając wysokość warstwową w skali zdjęcia przez *h*, można na podstawie wartości spadu terenu *s*, zmierzonego w terenie, obliczać odległość *d* między dwiema sąsiedniemi warstwicami na zdjęciu (rys. 180) zapomocą wzoru:

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg} s} = h \operatorname{cotg} s.$$



Rys. 180.

Odległość *d* odpowiada w terenie odległości *D*, którą można obliczać z wartości spadu terenu *s* i rzeczywistej wysokości warstwowej *H* za pomocą wzoru:

$$D = \frac{H}{\operatorname{tg} s} = H \operatorname{cotg} s.$$

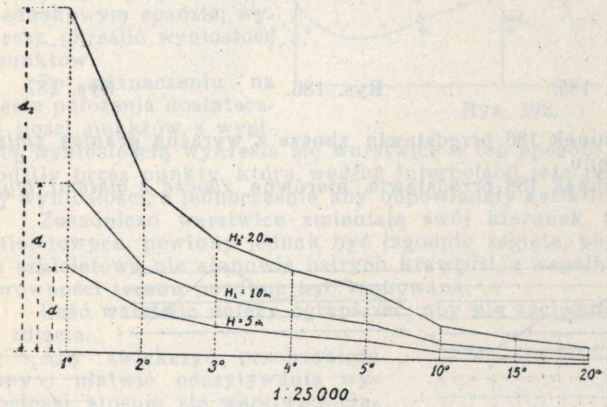
Tabela umieszczona obok daje wartości *d* do zdjęć w skali 1 : 25 000,

s	*H*	Skala	*d*
1°	5 m	1 : 25 000	11,4 mm
2	„	„	5,7 „
3	„	„	3,8 „
4	„	„	2,9 „
5	„	„	2,3 „
10	„	„	1,1 „
15	„	„	0,8 „
20	„	„	0,5 „
30	„	„	0,3 „
45	„	„	0,2 „

[1]) Na niektórych mapach zagłębienia są oznaczone strzałkami, zwróconemi do wewnątrz.

przy wysokości warstwowej H=5 m i w różnych wielkościach spadu terenu *s*, wyrażonego w stopniach.

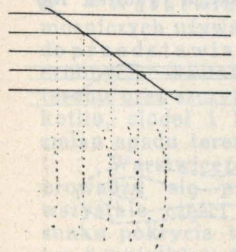
Wartości *d* można obliczyć do zdjęć w różnej skali przy różnej wysokości warstwowej *H*. Z obliczonych zaś wartości *d* łatwo sporządzić wykres (rys. 181), z którego można je przenosić na zdjęcie zapomocą cyrkla.



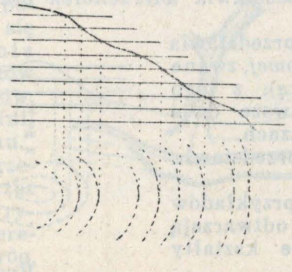
Rys. 181.

Wynika z powyższych rozważań, że im większy jest spad terenu, tem bliżej siebie leżą warstwice.

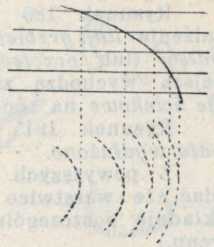
W przedstawieniu *zbocza o jednostajnym spadzie* (rys. 182) odległości między warstwicami są jednakowe.



Rys. 182.

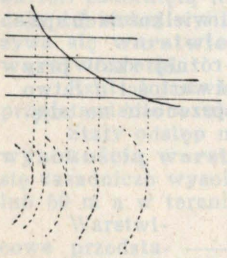


Rys. 183.

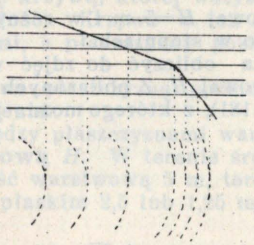


Rys. 184.

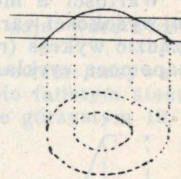
W przedstawieniu *zbocza o niejednostajnym spadzie* (rys. 183) odległości między warstwicami są różne. Na *zboczu wypukłem* (rys 184) odległość między warstwicami stopniowo maleje w miarę zbliżania się do podnóża. Na *zboczu wklęsłem* (rys. 185) odległość między warstwicami maleje w miarę zbliżania się do wierzchołka.



Rys. 185.



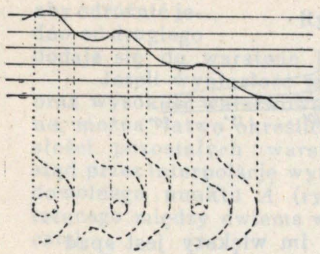
Rys. 186.



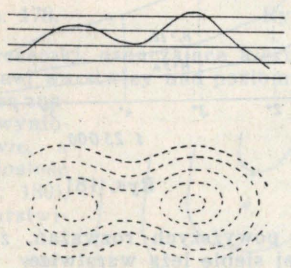
Rys. 187.

Rysunek 186 przedstawia zbocze z wyraźną *granicą zmiany spadu* terenu.

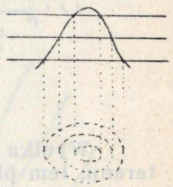
Rysunek 188 przedstawia nierówne *zbocze z małemi wypukłościami.*



Rys. 188.



Rys. 189.



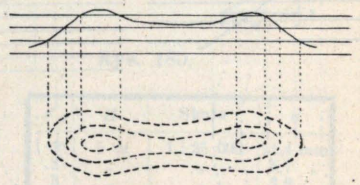
Rys. 190.

Rysunek 187 przedstawia *wierzchołek płaski*, a rysunek 190 *stożkowy.*

Rysunek 189 przedstawia obniżenie *linji grzbietowej*, zwane *siodłem* (lub *przełęczą*); z tego miejsca wychodzą zawsze dwie *linje ściekowe* na zboczach.

Rysunek 191 przedstawia *siodło wydłużone.*

Z powyższych przykładów widać, że warstwice odtwarzają dokładnie poszczególne kształty terenu.



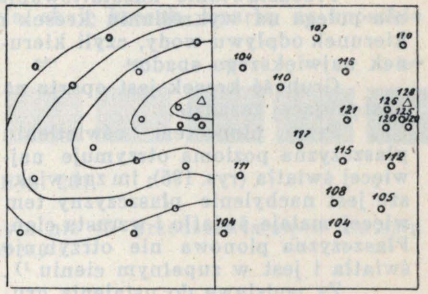
Rys. 191.

229. Wykreślanie warstwic. Do wykreślania warstwic jest niezbędne określanie położenia i wyniosłości dostatecznej ilości punktów [1]) (rys. 192). Jednakże łatwość wykreślania zależy nietylko od ilości tych punktów, lecz również od ich położenia.

[1]) Określanie położenia punktów jest omówione w części III, a określanie wyniosłości w punktach od 144 do 154.

Obiera się przedewszystkiem punkty na wierzchołkach wzniesień, *linjach szkieletowych (grzbietowych* i *ściekowych)* oraz linjach zmiany spadu terenu.

W obrębie części terenu mniej więcej równego, o jednakowym spadzie, wystarczy określić wyniosłość 3 punktów.



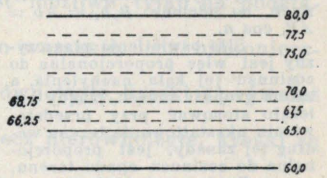
Rys. 192.

Po naznaczeniu na zdjęciu położenia dostatecznej ilości punktów z wypisaną wyniosłością wykreśla się warstwice w ten sposób, aby przechodziły przez punkty, które według interpolacji leżą na jednakowej wyniosłości, a jednocześnie aby odpowiadały kształtom terenu.

Zasadniczo warstwice zmieniają swój kierunek na linjach szkieletowych, powinny jednak być łagodnie zagięte, ponieważ linje szkieletowe nie stanowią ostrych krawędzi, a współkształtność nierówności terenu powinna być zachowana.

Ilość warstwic należy ograniczać, aby nie zaciemniać rysunku zdjęcia.

Aby zwiększyć przejrzystość mapy i ułatwić odczytywania wyniosłości, stosuje się warstwice ciągłe o różnej grubości i warstwice przerywane. Ponadto na niektórych warstwicach wypisuje się liczby, oznaczające ich wyniosłość (rys. 193).

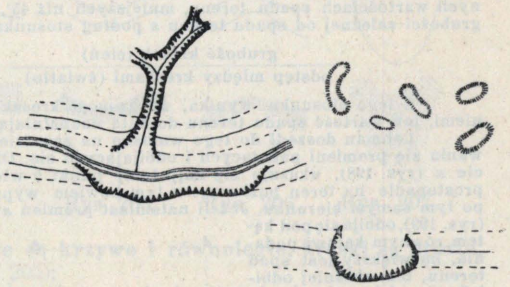


Rys. 193.

Warstwice ciągłe nazywa się **warstwicami głównemi,** a warstwice przerywane **warstwicami pomocniczemi.**

Warstwic pomocniczych używa się do przedstawiania drobnych kształtów terenu oraz szczytów, kotlin, siodeł i linij zmian spadu terenu.

Warstwice przeprowadza się przez wszystkie części rysunku pokrycia terenu, z wyjątkiem dróg, rzek, zabudowań oraz wydm i bardzo stromych spadzistości [1]).



Rys. 194.

Wydmy i bardzo strome spadzistości, jak ściany kamieniołomów, glinianek, urwistych brzegów rzek, jarów, oraz wykopów i nasypów przy drogach i kolejach, oznacza się kreskami (rys. 194).

[1]) Jeżeli jednak stosuje się warstwice barwne (bronzowe), można je wykreślać przez drogi i zabudowywania.

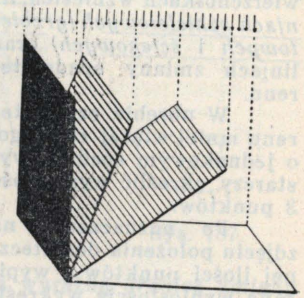
230. Kreskowanie.

Przedstawianie ukształtowania terenu zapomocą kreskowania polega na wykreślaniu kresek różnej grubości, wskazujących kierunek odpływu wody, czyli kierunek największego spadu.

Grubość kresek jest oparta na następującej zasadzie.

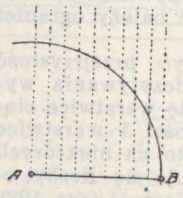
Przy pionowem oświetleniu płaszczyzna pozioma otrzymuje najwięcej światła (rys. 195); im zaś większe jest nachylenie płaszczyzny tem więcej maleje światło i wzrasta cień. Płaszczyzna pionowa nie otrzymuje światła i jest w zupełnym cieniu [1].

Za podstawę do ustalenia grubości kresek służy spad terenu. Wartość spadu zaokrągla się do wielokrotności 5° i stosuje się kreski podług skali kresek, sporządzonej zawczasu.

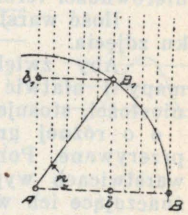


Rys. 195.

[1]) Wiadomo z fizyki, że promienie świetlne pochodzące z jednego źródła światła uważa się za równoległe. W związku z tem, na płaszczyznę poziomą AB (rys. 196) pada więcej promieni świetlnych niż na płaszczyznę AB_1 (rys. 197), nachyloną pod kątem nachylenia n. Odcinek AB_1 otrzymuje tyle promieni świetlnych, co odcinek $B_1b_1 = Ab = AB_1 \cos n$.



Rys. 196.



Rys. 197.

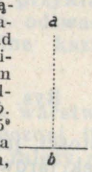
Siła oświetlenia płaszczyzny jest więc proporcjonalna do cosinusu jej kąta nachylenia, a zatem grubość kresek, jakąby należało stosować przy przedstawianiu ukształtowania terenu według tej zasady, jest proporcjonalna do cosinusu spadu terenu.

Ponieważ jednak teren o spadzie większym niż 45° można uważać za niedostępny i przedstawiać go jednakowo na mapach, Lehmann przyjął 45° jako granicę oświetlenia. Aby zaś zachować różnice oświetlenia przy różnych wartościach spadu terenu, mniejszych niż 45°, postanowił stosować kreski grubości zależnej od spadu terenu s podług stosunku:

$$\frac{\text{grubość kresek (cień)}}{\text{odstęp między kreskami (światło)}} = \frac{s}{45^\circ - s}.$$

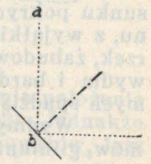
Z tego stosunku wynika, że grubość kresek ma się do odstępu między niemi, jak wartość spadu terenu do kąta uzupełniającego do 45°.

Lehman doszedł do tego wniosku na zasadzie prawa fizycznego o zachowaniu się promieni padających i odbijających się. Oku znajdującemu się w punkcie a (rys. 198), ukazuje się najjaśniej punkt b wtedy, gdy promień $a\,b$ pada prostopadle na teren poziomy; w tym bowiem wypadku promień wraca do oka po tym samym kierunku. Jeżeli natomiast promień $a\,b$ pada na teren nachylony (rys. 199), odbija się pod kątem równym kątowi padania, im większy jest spad terenu, tem ukośniej odbijają się promienie, a zatem tem ciemniej dla oka przedstawia się punkt odbicia b. Przy kącie padania 45° (rys. 200) promień odbija się w kierunku poziomym, a oko widzi punkt b w zupełnym cieniu.



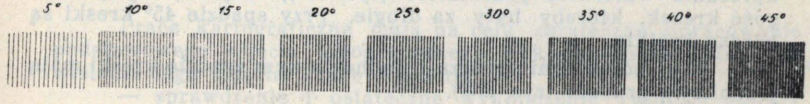
Rys. 198.

Rys. 199.



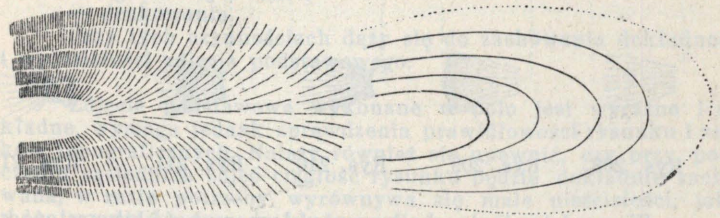
Rys. 200.

Rysunek 201 przedstawia skalę kresek, opartą na sposobie Lehmana.



Rys. 201.

Teren o spadzie większym niż 45° przedstawia się w ten sam sposób co teren o spadzie 45° [1].



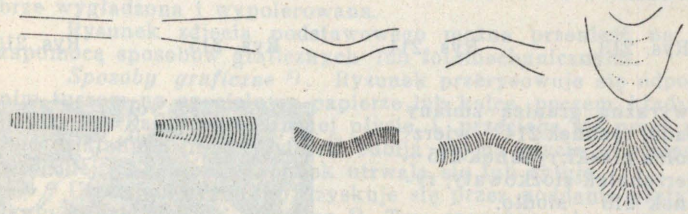
Rys. 202.

Prawidłowe kreślenie kresek jest możliwe tylko na podstawie zdjęcia warstwicowego (rys. 202).

Kreski są zawsze prostopadłe do warstwic, lecz niekoniecznie równoległe do siebie:

— jeżeli warstwice są proste i równoległe, kreski są również proste i równoległe (np. 203);

— jeżeli warstwice są proste, lecz nierównoległe, kreski są krzywe i równoległe (rys. 204);



Rys. 203. Rys. 204. Rys. 205. Rys. 206. Rys. 207.

— jeżeli warstwice są krzywe i równoległe, kreski są proste, lecz nierównoległe (rys. 205);

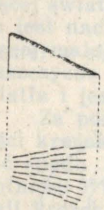
— jeżeli warstwice są krzywe i nierównoległe, kreski są także krzywe i nierównoległe (rys. 206).

Długość kresek zależy od odległości między warstwicami, czyli od wielkości spadu terenu.

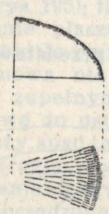
[2]) W Austrji z powodu bardzo górzystego terenu przyjęto 80° jako granicę odróżniania spadu.

W przedstawieniu zbocza o małym spadzie wykreśla się uprzednio warstwice pomocnicze (rys. 207), żeby zmniejszyć długość kresek, któreby były za długie. Przy spadzie 45° kreski są bardzo krótkie.

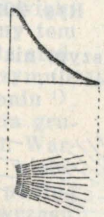
W przedstawieniu zbocza o jednostajnym spadzie kreski mają jednakową grubość (rys. 208).



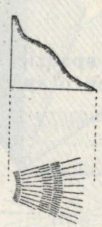
Rys. 208.



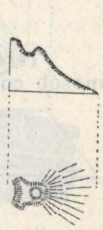
Rys. 209.



Rys. 210.



Rys. 211.



Rys. 212.

W przedstawieniu zbocza wypukłego grubość lub gęstość kresek wzrasta w miarę zbliżania się do podnóża (rys. 209).

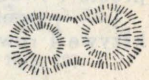
W przedstawieniu zbocza wklęsłego grubość lub gęstość kresek wzrasta w miarę zbliżania się do wierzchołka (rys. 210).

Rysunek 211 przedstawia zbocze o nierównym spadzie; rysunek 212 — zbocze z małemi wypukłościami; rysunek 213 zbocze

Rys. 213.

Rys. 214.

Rys. 215.

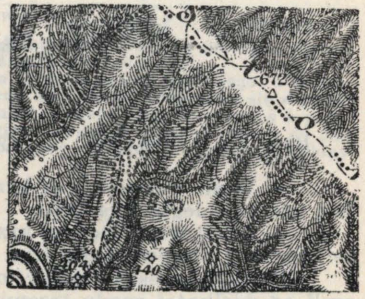


Rys. 216.

z wyraźną granicą zmiany spadu; rysunek 214 — wierzchołek płaski; rysunek 215 — wierzchołek stożkowaty; rysunek 216 — siodło.

231. Warstwice i kreskowanie.

Przedstawienia złożonego z warstwic i kresek (rys. 217) używa się zasadniczo tylko na mapach w małej skali, stosując wysokość warstwową 50 lub 100 m, zależnie od stopnia falistości terenu, aby nie zaciemniać rysunku mapy.



Rys. 217.

3. Prace kartograficzne.

232. Przedmiot prac kartograficznych.

Prace kartograficzne mają na celu ostateczne opracowanie podstawowego zdjęcia topograficznego wykonanego w polu i powielenie tego zdjęcia. Prace obejmują:

— sprawdzenie i ostateczne wykończenie rysunku zdjęcia podstawowego, lub opracowanie nowego rysunku,

— przeniesienie rysunku zdjęcia podstawowego na płytę kamienną drobnoziarnistą (kamień litograficzny) lub metalową (cynkową, miedzianą, aluminjową), oraz utrwalenie rysunku, albo też trawienie go lub rytowanie,

— drukowanie.

Przy tych czynnościach dąży się do zachowania dokładności i wyrazistości zdjęcia podstawowego.

233. Sprawdzenie i wykończenie rysunku. Opracowanie nowego rysunku.

Zdjęcie podstawowe wykonane w polu jest wyraźne i dokładne, wymaga jednak sprawdzenia prawidłowości rysunku i znaków topograficznych. Należy również się upewnić, czy przy połączeniu sąsiednich zdjęć ciągłość rysunku będzie dokładnie zachowana; w razie potrzeby wyrównywa się małe nieścisłości, jakie mogą powstać z powodu błędu graficznego [1].

Ponadto, gdy mapa ma być sporządzona w skali dużo mniejszej niż skala zdjęcia podstawowego, zdjęcie to trzeba przerysować [2], w tym bowiem wypadku należy uogólnić rysunek i usunąć niektóre mniej ważne szczegóły, aby zachować dostateczną przejrzystość rysunku (mapy).

Na bokach zdjęcia podstawego wypisuje się wszystkie dane, które mają być podane na marginesie mapy (ważniejsze znaki topograficzne, wartość wysokości warstwowej, wartość zbieżności południków i t. d.).

234. Przeniesienie rysunku na płytę.

Powierzchnia płyty, niezależnie od jej rodzaju, musi być dobrze wygładzona i wypolerowana.

Rysunek zdjęcia podstawowego można przenieść na płytę zapomocą sposobów graficznych lub fotomechanicznych.

Sposoby graficzne [3]. Rysunek przerysowuje się odpowiednim tuszem na specjalnym papierze lub kalce, poczem kładzie się papier lub kalkę na zwilżonej płycie i przeciąga się przez prasę. Pod działaniem prasy rysunek odbija się na płycie w postaci odwróconej. Następnie rysunek utrwala się lub rytuje.

Utrwalenie rysunku uzyskuje się przez poddanie płyty działaniu odpowiedniego rozczynu [4]. Tym sposobem otrzymuje się na płycie *rysunek płaski.*

---

[1]) Zasadniczo jednak wyrównanie to powinni uskutecznić topografowie w polu.

[2]) Nieduże zmniejszenie skali, np. z 1:20 000 na 1:25 000, można otrzymać bezpośrednio zapomocą fotografji.

Przerysowanie zdjęcia podstawowego wykonanego w skali mapy jest zasadniczo niedopuszczalne; uskutecznia się to tylko wtedy, gdy z powodu dużego zabrudzenia papieru podczas wykonywania w polu zdjęcie nie nadaje się do bezpośredniego przeniesienia na płytę.

[3]) Sposoby te stosuje się przeważnie na płytach kamiennych.

[4]) Na płytach kamiennych używa się rozczynu wodnego gumy arabskiej i kwasu azotowego.

Rytowanie [1]) wykonywa się zapomocą różnego rodzaju rylców i igieł: otrzymuje się na płycie *rysunek wklęsły.*

Sposoby fotomechaniczne. Zdjęcie podstawowe fotografuje się i z otrzymanej kliszy „negatywu“ sporządza się przezroczystą kliszę „pozytyw“. Kliszę tę kładzie się na płycie pokrytej cienką warstwą światłoczułą [2]) i prześwietla się. Po prześwietleniu zanurza się płytę w terpentynie; rozpuszcza ona warstwę światłoczułą tylko w tych miejscach, które podczas prześwietlania leżały pod poszczególnemi linjami na rysunku kliszy. Wówczas trawi się rysunek kwasem azotowym, który chwyta tylko miejsca płyty ogołocone z ochronnej warstwy światłoczułej. Po dokonaniu trawienia usuwa się całkowicie warstwę światłoczułą i zmywa się płytę odpowiednim roztworem. Tym sposobem otrzymuje się na płycie *rysunek nieznacznie wklęsły* [3]).

235. Drukowanie.

Zasada odbijania map z płyt przygotowanych jak wyżej polega na tem, że wskutek działania rozczynu użytego do utrwalania rysunku lub zmycia płyty, gładka powierzchnia płyty przyjmuje tłustą farbę drukarską tylko wzdłuż linij rysunku.

Drukowanie polega na nałożeniu farby na płytę i odbiciu rysunku na papier. Drukowanie odbywa się zapomocą prasy ręcznej lub maszynowej.

Przy posługiwaniu się *prasą ręczną* nakładanie farby i odbijanie wykonywa się oddzielnie. Wydajność wynosi średnio 40 odbitek na godzinę.

Prasę ręczną można przewozić i ustawiać w samochodzie ciężarowym lub w wagonie kolejowym. Prasa ręczna jest konieczna do przygotowywania płyt do maszynowych pras pośpiesznych.

Przy drukowaniu zapomocą *maszynowych pras pośpiesznych* nakładanie farby i odbijanie odbywa się samoczynnie. Wydajność wynosi od 500 do 2000 odbitek na godzinę, zależnie od rodzaju pracy. Prasy maszynowe są poruszane prądem elektrycznym. Mniejsze prase maszynowe można przewozić i ustawiać w wagonie kolejowym.

ROZDZIAŁ B.

MAPY I ICH WYKORZYSTYWANIE.

1. Mapy.

236. Rodzaje map i ich podział na arkusze.

Szczegółowe dane o mapach topograficznych podaje zestawienie umieszczone na stronicach 140 i 141.

Każda mapa dzieli się na arkusze, bądź *trapezowe* według siatki geograficznej, bądź *prostokątne* według siatki kilometrowej. Każdy arkusz jest oznaczony *nazwą* [4]) i *godłem* [5]).

[1]) Rytowanie stosuje się prawie wyłącznie na płytach miedzianych.

[2]) Zwykle żelatyną chromową.

[3]) Gdyby zamiast kliszy „pozytywu“ użyto kliszy „negatywu“ otrzymanoby na płycie *rysunek nieznacznie wypukły.*

[4]) Jest to nazwa jednej z ważniejszych miejscowości przedstawionych na arkuszu.

[5]) Godło jest to numer pasa i numer słupa odpowiadających arkuszowi na skorowidzu. Godło map szczegółowych zawiera oprócz numerów pasa i słupa literę oznaczającą położenie arkusza na arkuszu mapy taktycznej.

Skorowidz arkuszów map podają załączniki *1a, 1b* i *1c.*

Na ramce arkusza jest umieszczona minutowa podziałka długości i szerokości geograficznej; wzdłuż ramki zaś podane są nazwy i godła sąsiednich arkuszów, oraz współrzędne linij siatki kilometrowej i wyniosłość niektórych warstwic.

Ponadto na marginesie są podane:

— nazwa i godło arkusza;
— skala i podziałka jej odpowiadająca;
— zakład wydawniczy i rok wydania;
— rok zdjęcia lub sprawdzenia;
— nazwisko topografa, który wykonał zdjęcie;
— objaśnienie co do warstwic (wysokość warstwowa);
— zbieżność południków odpowiadająca środkowemu punktowi lewego boku ramki arkusza;
— objaśnienia, dotyczące mierzenia współrzędnych prostokątnych i wskazywania punktów współrzędnemi skróconemi.
— poprawka odległości na 1 km, odpowiadająca miejscowemu zniekształceniu odległości spowodowanemu płaskością odwzorowania Roussilhe'a [1]).

Oprócz tego mogą być też podane najważniejsze znaki topograficzne oraz dane dotyczące zboczenia i uchylenia magnetycznego, jak też różne dopiski i objaśnienia.

2. Wykorzystywanie mapy.

237. Czytanie mapy.

Mapa jest dokumentem, z którym oficer i podoficer mają wiele do czynienia, tak w czasie pokoju jak w czasie wojny. Każdy z nich powinien mieć wielką wprawę w czytaniu mapy, aby mógł wyczytać z niej wszelkie dane i wiadomości, jakie ona zawiera, bez względu na to, czy znajduje się w terenie przedstawionym na mapie, czy też poza tym terenem. Ponadto powinien umieć wnioskować o stopniu dokładności danych odczytanych lub zmierzonych na mapie.

Niezbędną umiejętność czytania mapy można osiągnąć tylko przy odpowiedniej nauce i ćwiczeniach.

Ćwiczenia i nauka w sali są potrzebne w początku do zapoznania się ze sposobami przedstawiania pokrycia i ukształtowania terenu, oraz ze znakami topograficznemi do tego używanemi; korzystne jest uzupełnić tę naukę przez wykonywanie powiększenia wycinka mapy i wykonywanie przekroju terenu wzdłuż danych linij. Prace takie zwiększają umiejętność właściwego odczytywania ukształtowania terenu.

Porównywanie mapy z terenem utwierdza wiadomości nabyte w sali co do sposobu i dokładności przedstawienia terenu na mapie.

Pomimo jednak dokładności mapy, badanie terenu na mapie nie może zastąpić całkowicie rozpoznania terenu.

[1]) Poprawka ta jest podana tylko na mapach opracowanych na podstawie nowych zdjęć.

Rodzaj i skala mapy	Sposób sporządzenia i materjał podstawowy	Rodzaj odwzorowania	Podział na arkusze	Format arkuszy	Pole terenu przedstawione na jednym arkuszu	Przedstawienie ukształtowania terenu
Mapa szczegółowa 1 : 5 000 [1]	Odbitka z *podstawowego zdjęcia topograficznego* w skali 1 : 5 000	Odwzorowanie stereograficzne Roussilhe'a	Według siatki kilometrowej	60×50 cm czyli 2×2,5 km w terenie	5 km²	Warstwice: wysokość warstwowa 1,25; 2,50; 5 m
		Odwzorowanie wielościenne	Według siatki geograficznej	różny	różne	
Mapa szczegółowa 1 : 10 000 [1]	Odbitka z *podstawowego zdjęcia topograficznego* w skali 1 : 10 000 lub 1 : 5 000	Odwzorowanie stereograficzne Roussilhe'a	Według siatki kilometrowej	40×50 cm czyli 4×5 km w terenie	20 km²	
		Odwzorowanie wielościenne	W/g siatki geogr.	różny	różne	
Mapa szczegółowa 1 : 25 000	Odbitka z *podstawowego zdjęcia topograficznego* w skali 1 : 25 000 lub z pomniejszenia zdjęcia w skali 1 : 20 000 [2]	Odwzorowanie stereograficzne Roussilhe'a	Według siatki kilometrowej	32×40 cm czyli 8×10 cm w terenie	80 km²	Warstwice: wysokość warstwowa 1,25; 2,50; 5 m
	Przeróbka [3] mapy 1 : 25 000 wydania *niemieckiego*	Odwzorowanie wielościenne	Według siatki geograficznej	5'φ×10'λ [4]	około 160 km²	„
	Przeróbka [3] mapy 1 : 21 000 lub 1 : 42 000 wydania *rosyjskiego*	„	„	„ [4]	„	Warstwice: wysokość warstwowa 2,13; 4,26 m
	Przeróbka [3] mapy 1 : 25 000 wydania *austryjackiego*	„	„	„ [4]	„	Warstwice: wysokość warstwowa 1,25; 2,5; 5 m
Mapa szczegółowa 1 : 50 000	Opracowanie z *podstawowych zdjęć topograficznych* w skali 1 : 25 000 lub 1 : 20 000	Odwzorowanie stereograficzne Roussilhe'a	Według siatki kilometrowej	8×40 cm czyli 16×20 km w terenie	320 km²	Warstwice: wysokość warstwowa 2,5; 5 m
Mapa taktyczna 1 : 100 000	Przeróbka [3] mapy 1 : 100 000 wydania *niemieckiego*	Odwzorowanie wielościenne	Według siatki geograficznej	15'φ×30'λ	około 1000 km²	Warstwice: wysokość warstwowa 5; 10 m
	Przeróbka [3] mapy 1 : 84 000 wydania *rosyjskiego*	„	„	„	„	Warstwice: wysokość warstwowa 4,26; 8,52 m
	Przeróbka [3] mapy 1 : 75 000 wydania *austryjackiego*	„	„	„	„	Warstwice: wysokość warstwowa 5; 10 m
Mapa operacyjna 1 : 300 000	Opracowanie z map w większej skali	Odwzorowanie stereograficzne albo wielościenne lub stożkowe	Według siatki kilometrowej	1°φ×2°λ	około 15 200 km²	Warstwice: wysokość warstwowa 10; 20; 100 m
Mapa międzynarodowa 1 : 1 000 000	Opracowanie z map w większej skali	Odmiana odwzorowania wielostożkowego	Według siatki geograficznej	4°φ×6°λ	około 183500 km²	Warstwice: wysokość warstwowa zależna od terenu [11]

[1]) Zasadniczo mapę 1 : 5 000 lub 1 : 10 000 sporządza się tylko dla ważnych obszarów.
[2]) Lub opracowanie ze zdjęć w skali 1 : 10 000 lub 1 : 5 000.
[3]) Przeróbka polega na sprawdzeniu, poprawieniu i uzupełnieniu mapy w terenie i opracowaniu nowego rysunku, z zastosowaniem własnych znaków topograficznych i przywróceniem nazw polskich. Doprowadza się przytem arkusze do przepisowego formatu.
[4]) Są jeszcze dotychczas w użyciu arkusze różnego formatu.
[5]) Przeróbka polega na opracowaniu nowego rysunku na podstawie mapy 1 : 100 000 (1 : 84 000, 1 : 100 000) i mapy 1 : 25 000 (1 : 21 000, 1 : 42 000) poprawionej w terenie. Zasadniczo nowy rysunek opracowuje się w skali 1 : 75 000, a następnie zmniejsza się go do skali 1 : 100 000 przez fotografowanie.

BARWA RYSUNKU	Pierwszy południk	Dokładność (błąd prawdopodobny). Pokrycie terenu: Punkty tryg. i topogr.	Pokrycie terenu: Przedmioty terenu	Ukształtowanie terenu: Punkty tryg. i topogr.	Ukształtowanie terenu: Warstwice	PRZYDATNOŚĆ
Rysunek jednobarwny, czarny.	Greenwich	1 m	2 m	0,5 m	0,5 m	Doskonałe mapy, które bez zastrzeżeń czynią zadość wszelkim potrzebom technicznym artylerji.
		2 m	4 m	0,5 m	0,5 m	
Rysunek jednobarwny, czarny.	„	4 m	8 m	0,5 m	0,5—1 m [10])	
„ [5])	„ [6])	4 m	8 m	0,5 m	0,5—1 m [10])	
„ [7])	„ [8])	6 m	10 m	1 m	1—2 m [10])	Dobre mapy, przydatne do poszczególnych zadań technicznych artylerji.
„	„ [9])	6 m	10 m	1 m	1—2 m [10])	
Pokrycie terenu: *czarne*, w miarę wody: *niebieskie*, możności lasy: *zielone*. Warstwice: *bronzowe*.	„	6 m	10 m	1 m	1—2 m [10])	Doskonała mapa najbardziej odpowiednia w walkach ruchowych. Czyni zadość potrzebom artylerji tak pod względem technicznym jak i taktycznym.
„	„	10 m	20 m	1 m	1—2 m [10])	Mapy nie dające zasadniczo wystarczającej podstawy do dokładnego topograficznego przygotowywania ognia artylerji, odpowiednie natomiast do pozostałych zadań.
„	„	15 m	40 m	1 m	1—2 m [10])	
„	„	15 m	40 m	1 m	1—2 m	
Wody: *niebieskie*, lasy: *zielone*, drogi bite: *czerwone*, pozost. pokr. ter.: *czarne*. Warstwice: *bronzowe*.	„	50 m	100 m	1 m	2—4 m [10])	Mapy przeglądowe, nieprzydatne do zadań technicznych artylerji, odpowiednie natomiast do zarządzeń lub czynności związanych z siecią drogową lub kolejową albo z ogólnem pokryciem i ukształtowaniem terenu dużych obszarów.
Wody: *niebieskie*, lasy: *zielone*, drogi: *czerwone*, pozostałe pokrycie terenu: *czarne*. Warstwice: *czarne*. [11])						

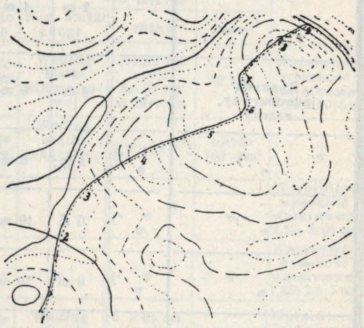
[6]) Na niektórych mapach w dużej skali jest oznaczona pewna ilość punktów niwelacyjnych, wyniosłość tych punktów podaną na mapie można uważać za zupełnie dokładną.
[7]) Niektóre arkusze dawnego wydania mają rysunek dwu- lub trójbarwny.
[8]) Na arkuszach dawnego wydania długość geograficzna jest liczona od Ferro.
[9]) Na arkuszach dawnego wydania długość geograficzna jest liczona od Pułkowa.
[10]) Najmniejsza liczba odnosi się do terenu płaskiego, a największa do terenu górzystego.
[11]) Oprócz warstwic są barwy dobrane podług wyniosłości terenu nad poziomem morza (barwy hypsometryczne).

238. Rozpoznawanie kształtów terenu.

Mapy warstwicowe. Z samego układu warstwic na mapie można na pierwszy rzut oka rozpoznać rodzaju kształtowania terenu (płaskiego, pagórkowatego, górzystego). Odróżnianie zaś wzniesień od zagłębień jest możliwe tylko według wyniosłości, podanej przy punktach topograficznych i niektórych warstwicach oraz według kreseczek, które przy warstwicach zamkniętych z kreseczkami zwróconemi do wewnątrz (nazewnątrz) przedstawiają zagłębienie (wzniesienie) [1].

Za podstawę do odróżniania kształtów terenu służą również **linje wodne** (rzeki, strumienie) oraz przedmioty terenowe, leżące w dolinach (łąki, błota, rowy); w kierunku do wyżej wyszczególnionych przedmiotów zbocza opadają a w kierunku przeciwnym się wznoszą.

Rozpoczynając badanie układu warstwic od jednej doliny, lub linji wierzchołków, można łatwo rozpoznawać poszczególne **kształty terenu** i jego **linje szkieletowe.**



Rys 218.

Rozpatrując warstwice wzdłuż danej linji, można łatwo rozpoznać, czy teren opada, czy też się wznosi. Wzdłuż drogi 1 — 9 przedstawionej na rysunku 218 widać, że teren:

— opada od punktu 1 do punktu 2,
— jest mniej wiecej poziomy od punktu 2 do punktu 3,
— wznosi się od punktu 3 do punktu 4,
— opada „ 4 „ „ 5,
— wznosi się „ 5 „ „ 6,
— jest poziomy „ 6 „ „ 7,
— wznosi się „ 7 „ „ 8,
— opada „ 8 „ „ 9.

Przykład rozpoznawania kształtów i linij szkieletowych terenu na mapie warstwicowej daje rysunek 219.

Mapy kreskowane. Z układu kresek, ich gęstości i długości oraz miejsc niekreskowanych na mapie można na pierwszy rzut oka rozpoznać rodzaj ukształtowania terenu (płaskiego, pagórkowatego, górzystego). Rozpoczynając zaś badanie ukształtowania terenu od jednej doliny lub wierzchołka, można łatwo odróżniać wzniesienia od zagłębień, a stąd wnioskować o kierunku spadu terenu.

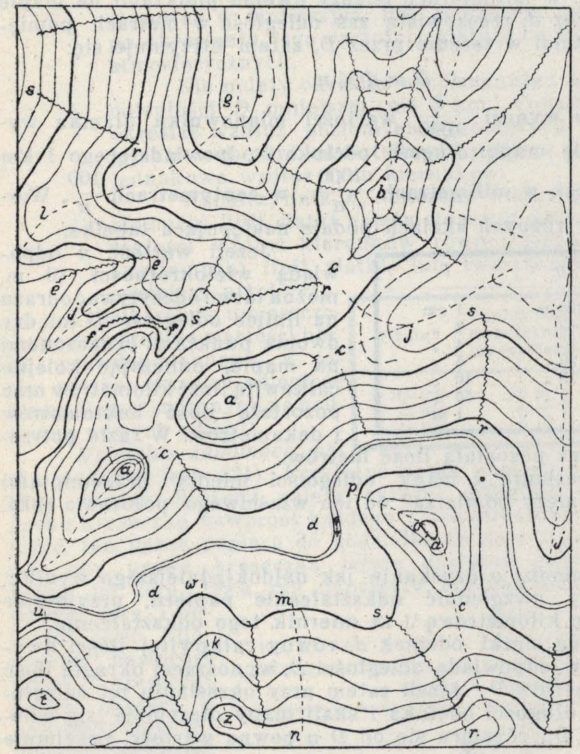
Przykłady rozpoznawania kształtów i linij szkieletowych terenu na mapie kreskowej daje rysunek 220.

239. Mierzenie odległości.

Odległość między dwoma punktami (przedmiotami) terenu oznaczonemi na mapie można określać zapomocą linijki, paska papieru lub cyrkla.

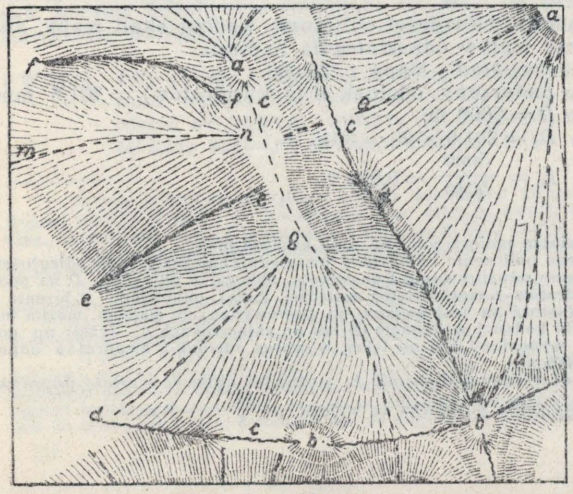
Mierzenie zapomocą linijki. Zmierzyć na mapie odległość w milimetrach między dwoma danemi punktami i pomnożyć ją przez wartość *n*, jakiej odpowiada 1 mm w skali mapy.

[1]) Na niektórych mapach zagłębienia są oznaczone strzałkami, zwróconemi do wewnątrz.



Rys. 219.

a — wzgórze
b — kotlina
c — przełęcz
dd — dolina
ee — dolinka
ff — wąwóz
g — grzbiet
j — występ
k — schód
l — taras
mn — zbocze o jednostajnym spadzie
op — zbocze wypukłe
rs — zbocze wklęsłe
tu — zbocze o niejednostajnym spadzie
wz — zbocze tarasowate
- --- linje grzbietowe
~~~~ linje ściekowe



Rys 220.
~~~~

Odległość w milimetrach między dwoma punktami na mapie oznacza się przez d, rzeczywistą zaś odległość w metrach pomiędzy temi punktami w terenie przez D, zatem otrzymuje się:

$$D = d \times n.$$

Wartość n wynosi $\frac{1}{1000}$ wartości mianownika ułamka wyrażającego skalę mapy; długość odcinka l odpowiadającego 1 km w terenie wynosi: w milimetrach $\frac{1000}{n}$, w centymetrach $\frac{100}{n}$. Wartości n i l przy różnych skalach podaje następująca tabelka.

Skala	n	l
1 : 100 000	100 m	1 cm
1 : 50 000	50 „	2 „
1 : 25 000	25 „	4 „
1 : 20 000	20 „	5 „
1 : 10 000	10 „	10 „
1 : 5 000	5 „	50 „
1 : 1 000	1 „	1 m

Jeżeli wartość n odpowiada wielokrotności 10 m, można łatwo odczytywać odrazu na linijce odległość D między dwoma punktami oznaczonemi na mapie, odliczając kolejno całkowitą ilość kilometrów oraz pozostałą ilość hektometrów i dekametrów. W razie potrzeby ocenia się też pozostałą ilość metrów.

Przy określaniu z mapy odległości między przedmiotami przydrożnemi należy odmierzać od ich właściwego położenia (pkt. 225).

UWAGA. Gdy chodzi o uzyskanie jak najdokładniejszego wyniku, należy uwzględnić odkształcenie papieru, przyjmując siatkę kilometrową [1]) za miernik tego odkształcenia. Według siatki odcinek d, równy całkowitej ilości kwadratów, odpowiada odległości D, wynoszącej okrągłą ilość kilometrów [2]). Jeżeli zatem przy określaniu tej odległości z długości odcinka i skali mapy otrzymuje się odległość D_1, różniąca się od D o pewną wartość, przyjmuje się stosunek $\frac{D}{D_1}$ za współczynnik k_0, przez który należy mnożyć odległości obliczone według skali mapy, aby usuwać wpływ odkształcenia papieru.

Przykład. Mapa 1 : 25 000.
Zmierzony odcinek d (5 kwadratów) = 201,6 mm.
$D = 5000$ m.
$D_1 = 201{,}6 \times 25 = 5040$ m.
$k_0 = \frac{5000}{5040} = 0{,}992$ [3]).

[1]) Lub podziałkę umieszczoną na dole arkusza mapy.

[2]) Do ścisłego obliczenia należałoby uwzględnić zniekształcenie odległości, jakiem jest obarczone odwzorowanie Roussilhe'a, obliczając odległość D na podstawie ilości kwadratów i rzeczywistej wartości, jakiej odpowiada w terenie 1 kwadrat siatki. Wartość ta jest podana na nowowydanych mapach, można też ją obliczyć z tabelki podanej w punkcie 68 lub na załącznikach 6. Jeżeli np. poprawka odległości wynosi +1,2 m na 1 km, wówczas odcinek 5 kwadratów odpowiada odległości 5006 m.

[3]) Zamiast określić współczynnik k_0 można też obliczyć wartość poprawki na 1 km. W tym wypadku poprawka ta wynosi $-\frac{40}{5} = -8$ m.

Współczynnik k_0 w ten sposób otrzymany można stosować w mniejszym lub większym przeciągu czasu, po określeniu jego wartości, zależnie od zmian warunków atmosferycznych.

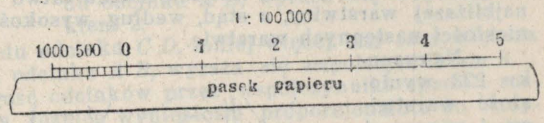
Nie należy określać współczynnika k_0 na podstawie odległości D mniejszej niż 5 km. Ponadto, należy go określać wzdłuż poziomych i pionowych linij siatki kilometrowej, gdyż odkształcenie papieru jest zwykle niejednakowe wzdłuż tych kierunków.

Współczynnik k_0 obliczony wzdłuż pionowych (poziomych) linij siatki należy stosować przy określaniu odległości wzdłuż kierunków równoległych do pionowych (poziomych) linij siatki, lub tworzących z niemi kąt mniejszy niż 45° [1]).

Tabelka obok umieszczona podaje średnie wartości błędu prawdopodobnego, z jakim można określać odległość z map [2]) sporządzonych na podstawie nowych zdjęć [3]).

Skala	Punkty trygonometryczne i topograficzne	Przedmioty terenu
1:100 000	20 m	40 m
1: 25 000	6 m	12 m
1: 10 000	3 m	4 m

Mierzenie zapomocą paska papieru (rys. 221). Przyłożyć pasek papieru do dwóch punktów, między któremi należy określić odległość, i nakreślić na pasku kreseczkę nawprost każdego z obu punktów. Następnie przyłożyć ten pasek papieru do podziałki na dole arkusza w ten sposób, aby prawa kreseczka leżała nawprost jednej z kresek na prawo od zera, lewa zaś naprzeciw odcinka podziałki po lewej stronie zera, i odczytać ilość kilometrów nawprost prawej kreseczki paska papieru a pozostałą część kilometra [4]) nawprost lewej kreseczki paska, poczem dodać obie odczytane wartości. W przykładzie przedstawionym na rysunku odległość wynosi 3530 m [5]).



Rys. 221.

UWAGA. Gdy chodzi o określanie odległości między dwoma punktami wzdłuż linji krzywej je łączącej, np. wzdłuż drogi idącej od jednego punktu do drugiego, należy podzielić tę linję krzywą na odpowiednią ilość odcinków mniej

[1]) Przy mierzeniu odległości wzdłuż kierunków tworzących z pionowemi linjami siatki kąt około 45° należałoby brać średnią dwóch wartości współczynnika, obliczonych wzdłuż pionowych i poziomych linij siatki.

[2]) Przy uwzględnianiu odkształcenia papieru i zniekształcenia odległości w odwzorowaniu Roussilhe'a.

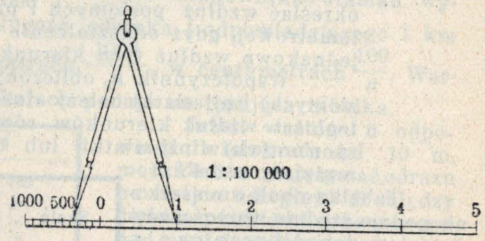
[3]) *Na mapach sporządzonych z dawnego materjału kartograficznego wartość błędu prawdopodobnego są naogół 2 lub 3 razy większe.*

[4]) Ilość hektometrów wskazuje pierwsza kreska podziałki na prawo od kreseczki na pasku, a ilość metrów ocenia się oko.

[5]) Jeżeli długość podziałki nie wystarczy (odległość większa niż 6 kilometrów), należy: przyłożyć pasek do podziałki tak, aby prawa kreseczka leżała nawprost ostatniej kreski podziałki, nakreślić na pasku trzecią kreseczkę nawprost kreski zera podziałki, odmierzyć odległość od środkowej kreseczki na pasku do lewej jak wyżej, i dodać 5 km do odczytanej przytem wartości.

więcej prostych, poczem odmierzyć te poszczególne odcinki jeden po drugim na pasku papieru i określić zapomocą podziałki odległość od pierwszej kreseczki oznaczonej na pasku do ostatniej.

Mierzenie zapomocą cyrkla (rys. 222). Przyłożyć jedną nóżkę cyrkla do jednego z punktów, między któremi należy określić odległość i doprowadzić drugą nóżkę do drugiego punktu. Następnie, nie zmieniając rozstawienia nóżek cyrkla, przyłożyć jego nóżki do podziałki na dole arkusza mapy tak, aby prawa nóżka zgadzała się z jedną kresek podziałki, na prawo od zera, a lewa była naprzeciw odcinka podziałki po lewej stronie zera. Odczytywać odległość jak przy mierzeniu zapomocą paska papieru.

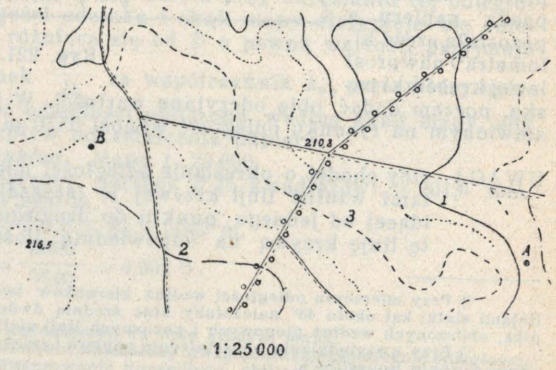


Rys. 222.

240. Odczytywanie wyniosłości.

Mapy warstwicowe. Za podstawę do odczytywania wyniosłości służą liczby wypisane na mapie przy punktach topograficznych *(koty)* i na niektórych warstwicach oraz wzdłuż ramki arkusza. Liczby te oznaczają wyniosłość punktów lub warstwic. Po wyszukaniu jednego punktu topograficznego i rozpoznaniu kierunku spadu terenu w tem miejscu można łatwo określić wyniosłość najbliższej warstwicy, a stąd, według wysokości warstwowej, wyniosłości następnych warstwic.

Na rysunku 223 wyniosłość warstwicy 1 wynosi 210 m, wyniosłość warstwicy 2-215 m, wyniosłość warstwicy 3-215,5 m i t. p. Wyniosłość punktów leżących między warstwicami odczytuje się przez interpolację. Na rysunku 223 wyniosłość punktu *A* wynosi 208 m, a wyniosłość punktu *B* - 214 m.



Rys. 223.

Różnica wyniosłości dwóch punktów stanowi wysokość położenia jednego z tych punktów względem drugiego.

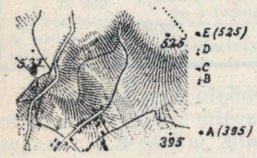
Mapy kreskowane. Za podstawę do odczytywania wyniosłości służą liczby wypisane przy punktach topograficznych *(koty)*. Odczytywanie wyniosłości punktów leżących daleko od punktów topograficznych jest mało dokładne. Jeżeli wewnątrz pola niekreskowanego jest oznaczony punkt topograficzny, przyjmuje się, że wyniosłość podana przy tym punkcie odnosi się do całej powierzchni tego pola. Dość łatwo zatem można określać wyniosłość punktów leżących na płaskowyżach, dolinach lub wzdłuż rzek.

Na zboczach o mniej więcej jednostajnym spadzie należy interpolować między wyniosłością wierzchołka i podnóża wzniesienia.

Na zboczach o niejednostajnym spadzie należy różnicę wyniosłości między podnóżem i wierzchołkiem wzniesienia podzielić proporcjonalnie do iloczynów z długości odcinków o różnym spadzie i wielkości spadu tych odcinków, ocenionej na oko.

Dla uproszczenia można wyrazić wartość najmniejszego spadu współczynnikiem 1, a wartość pozostałych spadów *współczynnikami proporcjonalnemi do wielkości tych spadów w stosunku do najmniejszego.* Długości odcinków wyraża się w milimetrach.

Przykład (rys. 223a). Różnica wyniosłości wierzchołka wzgórza i jego podnóża wynosi 525 — 395 = 130 m.



Rys. 223a.

Wzdłuż linji łączącej punkt 395 z punktem 525 odróżnia się na oko 4 odcinki o różnym spadzie: *A B, B C, C D* i *D E*.

Najmniejszy i mniej więcej jednakowy spad mają odcinki *A B* i *D E*; wartość tego spadu wyraża się współczynnikiem 1.

Wartość spadu odcinka *B C*, mniej więcej dwa razy większa niż wartość spadu odcinka *A B*, wyraża się współczynnikiem 2.

Wartość spadu odcinka *C D*, mniej więcej trzy razy większa niż wartość spadu odcinka *A B*, wyraża się współczynnikiem 3.

Mnożąc długość odcinków przez współczynniki spadu i rozdzielając całkowitą różnicę wyniosłości proporcjonalnie do otrzymanych iloczynów uzyskuje się wyniki podane w poniższej tabelce.

Odcinki	Długość odcinków	Współczynniki spadu	Iloczyny	Całkowita różnica wyniosłości	Różnice wyniosłości rozdzielone na odcinki	Wyniosłość punktów
AB	6,5 mm	1	6,5	130 m	$\frac{130 \times 6,5}{19} = 44,5$	Z_A=395 m
BC	2,0 „	2	4,0		$\frac{130 \times 4}{19} = 27,4$	Z_B=395+44,5=439,5 m
CD	2 „	3	6,0		$\frac{130 \times 6}{19} = 41,0$	Z_C=439,5+27,4=466,9 „
DE	2,5	1	2,5		$\frac{130 \times 2,5}{19} = 17,1$	Z_D=467,9+41=507,9 „
Suma iloczynów. . . = 19						Z_E=525 m

Po określeniu w ten sposób wyniosłości punktów *A, B, C, D* i *E* można obliczyć wyniosłość pośrednich punktów przez bezpośrednią interpolację.

241. Określanie spadu terenu.

Mapy warstwicowe. Aby określić z mapy wartość spadu terenu w dowolnem miejscu, należy podzielić wysokość warstwową,

odpowiadającą dwóm sąsiednim warstwicom w tem miejscu, przez odległość między temi warstwicami, poczem pomnożyć otrzymany wynik przez 100.

Przykład (rys. 223). Określić spad terenu w miejscu *A*.

Wysokość warstwowa = 5 m.

Odległość między warstwicami = 85 m, (3,4 mm na mapie w skali 1 : 25 000).

$$\text{Spad terenu} = \frac{5}{85} = 0{,}059 = 5{,}9\% \text{ (okrągło } 6\% \text{ t. j. } 60^t\text{)}.$$

Mapy kreskowane. Na tych mapach można tylko ocenić wartość spadu terenu według stopnia zaciemnienia, jakie daje kreskowanie w danem miejscu mapy. Błąd oceny może być bardzo duży.

242. Określanie kąta położenia.

Aby określić z mapy kąt położenia (w tysięcznych) jednego punktu w stosunku do drugiego, należy odczytać wyniosłość tych punktów i zmierzyć odległość między niemi, poczem podzielić ich różnicę wyniosłości w metrach przez odległość w kilometrach.

Przykład (rys. 223). Określić kąt położenia *p* punktu *B* w stosunku do punktu *A*.

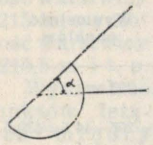
Wyniosłość punku $A = Z_A =$ . . . . . 208 m.
Wyniosłość punktu $B = Z_B =$ . . . . . 214 m.
Różnica wyniosłości $Z_B - Z_A = \Delta Z =$ . . $+6$ m.
Odległość $D =$ . . . . . 1,5 km.

Kąt położenia $p = \frac{+6}{1{,}5} =$ . . . . . $+4^t$.

243. Mierzenie kąta poziomego.

Ramiona kątów, których wartość określa się z mapy zapomocą przenośnika, mogą być linjami prostemi, które się przecinają (drogi, koleje...), lub linjami, które otrzymuje się przez połączenie jednego punktu (przedmiotu) oznaczonego na mapie z innemi.

Aby zmierzyć kąt o wykreślonych ramionach należy ustawić przenośnik w położeniu jak na rysunku 224: przenośnik pokrywa mierzony kąt, podstawa przenośnika przylega dokładnie do lewego ramienia kąta, a środek przenośnika leży dokładnie na wierzchołku kąta. Po ustawieniu w ten sposób przenośnika odczytuje się wartość kąta α na podziałce przenośnika, nawprost prawego ramienia kąta [1].



Rys. 224

Jeżeli kąt jest większy niż 3200^t, należy zmierzyć jego dopełnienie do 6400 i odjąć otrzymaną wartość od 6400.

Dokładność wyniku określenia wartości kąta z mapy zależy od dokładności mapy, długości promienia przenośnika i długości ramion kąta.

Aby wyzyskać prawie całkowicie dokładność mapy, długość promienia przenośnika nie powinna *teoretycznie* być mniejsza niż długość ramion kątów. Warunek ten jest łatwo osiągalny przy mierzeniu kątów na mapie w małej skali; jest to natomiast możliwe

[1]) Ten sposób mierzenia odnosi się do przenośnika z podziałką o liczbowaniu wzrastającem w stronę ruchu wskazówki zegara. Jeżeli liczbowanie wzrasta w kierunku przeciwnym, należy przyłożyć podstawę przenośnika do prawego ramienia kąta i odczytać wartość kąta nawprost lewego ramienia.

tylko do pewnej granicy, przy mierzeniu na mapie w dużej skali, ze względu na zbyt duże wymiary przenośnika do tego potrzebnego.

W praktyce, do mierzenia kątów na mapie w skali 1 : 100 000 posługuje się przenośnikami o promieniu około 10 cm, a do mierzenia na mapie 1 : 25 000 i 1 : 20 000 przenośnikami o promieniu około 17 cm [1]). Przy używaniu takich przenośników zachowuje się dostatecznie współmierność dokładności mapy i dokładności zmierzenia kąta [2]).

Średnia wartość błędu prawdopodobnego otrzymanych przytem wyników podaje następująca tabelka, zależnie od skali mapy, rodzaju punktów i długości ramion kąta [3]).

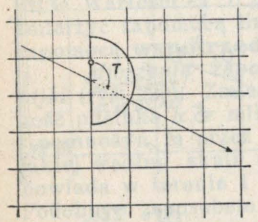
Skala mapy, rodzaj punktów i długość promienia przenośnika		Długość ramion kąta						
		1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7-10 km
1 : 100 000 (przenośnik o promieniu około 10 cm)	Punkty trygonometryczne i topograficzne	24^t	12^t	8^t	6^t	5^t	4^t	4^t
	Przedmioty terenu	40^t	20^t	15^t	10^t	8^t	6^t	5^t
1 . 25 000 (przenośnik o promieniu około 17 cm)	Punkty trygonometryczne i topograficzne	8^t	4^t	2^t	2^t	2^t	2^t	2^t
	Przedmioty terenu	10^t	5^t	4^t	3^t	2^t	2^t	2^t

Z wartości błędów podanych w tej tabelce widać, że wyniki otrzymane przy mierzeniu na mapie kątów o ramionach mniejszych niż 3—4 km, nie mogą służyć za dane podstawowe do ogólnego przygotowania strzelania.

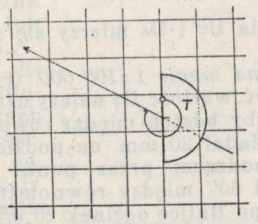
244. Mierzenie azymutu.

Linje, których azymuty mierzy się na mapie, mogą być linjami utworzonemi przez proste drogi (prosty odcinek drogi) lub linjami, które otrzymuje się przez połączenie jednego punktu (przedmiotu) oznaczonego na mapie z innemi.

Aby zmierzyć *azymut topograficzny* linji wykreślonej na mapie, należy ustawić przenośnik jak na rysnnku 225: przenośnik pokrywa mierzony azymut, podstawa przenośnika przylega dokładnie do jednej z pionowych linij siatki [4]), a jego środek leży dokładnie na



Rys. 225



Rys. 226.

[1]) Do dokładnych prac wykreślnych, przy których ma się do czynienia z kątami o bardzo długich ramionach, używa się *przenośnika kątów* o promieniu 25 cm lub *przenośnika rozwarcia* o promieniu 70 cm (pkt. 88), łącząc w niektórych wypadkach pomiary przenośnikiem z obliczeniami trygonometrycznemi.

[2]) Przenośników kieszonkowych o mniejszym promieniu używa się tylko do pobieżnych pomiarów.

[3]) Wartości błędu odnoszą się do map sporządzonych na podstawie nowych zdjęć. *Na mapach sporządzonych na podstawie dawnego materjału kartograficznego błędy są naogół 2 lub 3 razy większe.*

[4]) Każda z pionowych linij siatki kilometrowej określa kierunek północny topograficznej.

przecięciu się tej linji z linją o mierzonym azymucie. Po ustawieniu w ten sposób przenośnika odczytuje się wartość azymutu topograficznego T na jego podziałce, nawprost linji o mierzonym azymucie [1]).

Jeżeli azymut jest większy niż 3200^t (rys. 226), należy dodać 3200 do odczytanej wartości [2]).

Jako średnie wartości błędu prawdopodobnego wyników, otrzymanych przy mierzeniu azymutów na mapie, należy przyjąć wartości podane w punkcie 243.

Wyniki otrzymane z mapy przy mierzeniu azymutów linij krótszych niż 3 — 4 km nie mogą służyć za dane podstawowe do ogólnego przygotowania strzelania, ze względu na niewystarczającą dokładność.

Gdy mapa nie ma siatki kilometrowej mierzy się azymut geograficzny w stosunku do południka, przechodzącego przez punkt początkowy linji o mierzonym azymucie (lub w pobliżu tego punktu). Południk ten wykreśla się na podstawie podziałki długości geograficznej w minutach, umieszczonej wdłuż górnego i dolnego boku ramki arkusza mapy.

Azymut topograficzny można otrzymać przez dodanie zbieżności południków do azymutu geograficznego (pkt. 172).

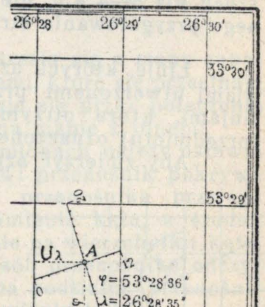
245. Mierzenie współrzędnych geograficznych.

Aby określić z mapy współrzędne geograficzne punktu A (rys. 228), należy wykreślić w odstępie 1′ dwa sąsiednie równoleżniki i dwa sąsiednie południki obramowujące punkt A, poczem zmierzyć uzupełnienia Uφ i Uλ w sekundach i dodać otrzymane wartości do współrzędnych geograficznych południowo-zachodniego rogu kratki, w której leży punkt A.

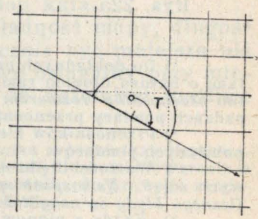
Równoleżniki i południki wykreśla się na podstawie podziałek długości i szerokości geograficznej, umieszczonych wzdłuż ramki arkusza.

Uzupełnienia Uφ i Uλ mierzy się zapomocą linijki.

Mierzenie na mapie 1 : 100 000 (rys. 228). Aby zmierzyć wartość Uφ należy ustawić linijkę tak, aby odstęp między równoleżnikami odpowiadał 20 mm na podziałce linijki przechodzącej przez punkt A. Wówczas wartości 60″ między równoleżnikami odpowiada na linijce odcinek 20 mm, wobec czego 1 mm odpowiada 3″. Aby za-



Rys 228.



Rys. 227.

[1]) Ten sposób mierzenia odnosi się do przenośnika z podziałką o liczbowaniu wzrastającem w stronę ruchu wskazówek zegara. W wypadku przeciwnym należy przyłożyć podstawę przenośnika do linji o mierzonym azymucie i odczytać wartość azymutu nawprost pionowej linji siatki, na której leży środek przenośnika (rys. 227). Niektóre przenośniki mają podziałkę z dwoma przeciwbieżnemi liczbowaniami, które umożliwiają mierzenie azymutu obydwoma sposobami.

[2]) Niektóre przenośniki mają podziałkę z dwoma lub trzema liczbowaniami, z których jedno wzrasta od 3200 do 6400, umożliwiając odczytywanie bezpośrednio azymutów większych niż 3200^t.

tem otrzymać wartość uzupełnienia Uφ w sekundach, należy odczytać na podziałce linijki nawprost punktu A ilość milimetrów odpowiadającą odcinkowi $0A$ i pomnożyć otrzymaną wartość przez 3.

Aby zmierzyć wartość Uλ należy postępować podobnie, ustawiając linijkę w ten sposób, aby odstęp między południkami odpowiadał 12 mm na podziałce linijki, przechodzącej przez punkt A. Wówczas wartość uzupełnia Uλ w sekundach otrzymuje się przez mnożenie ilości milimetrów odpowiadającej odcinkowi $0A$ przez 5.

Mierzenie na mapie 1 : 25 000. Postępować podobnie, jak przy mierzeniu na mapie 1 : 100 000.

Do mierzenia uzupełnienia Uφ należy ustawić linijkę tak, aby odstęp między równoleżnikami odpowiadał 60 mm na podziałce linijki, przechodzącej przez punkt A. Wówczas wartość Uφ w sekundach wynosi tyle, co odczytana wartość odcinka $0A$ w milimetrach.

Do mierzenia uzupełnienia Uλ należy ustawić linijkę tak, aby odstęp między południkami odpowiadał 100 mm na podziałce linijki, przechodzącej przez punkt A; odczytaną wartość odcinka $0A$ w milimetrach należy pomnożyć przez 0,6.

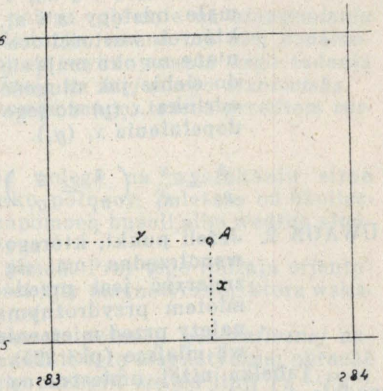
UWAGA. Współrzędne geograficzne można odczytywać z dokładnością do 1′ bezpośrednio na mapie, nie wykreślając równoleżników i południków.

246. Mierzenie współrzędnych prostokątnych.

Aby określić z mapy współrzędne prostokątne punktu A (rys. 229), należy zmierzyć oddalenia x i y tego punktu od dolnego lewego boku kwadratu, w którym się znajduje i dodać otrzymane wartości do współrzędnych dolnego lewego rogu kwadratu.

Wartości x i y można zmierzyć zapomocą linijki lub zapomocą **współrzędnika.**

Mierzenie zapomocą linijki (rys. 229). Zmierzyć długość odcinka x w milimetrach i pomnożyć ją przez wartość, jakiej według skali mapy odpowiada w terenie 1 milimetr. Podobnym sposobem określić wartość y. Na rysunku 229 odcinek x wynosi 13 mm, co w skali 1 : 25 000 odpowiada 225 m; odcinek y zaś wynosi 21,2 mm, co odpowiada 530 m; zatem współrzędne punktu A wynoszą:

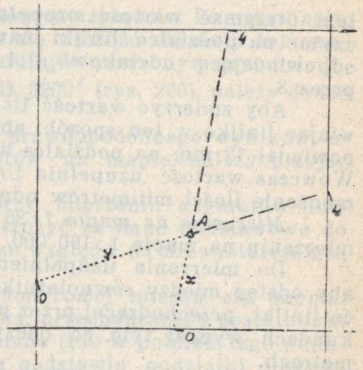


Rys. 229.

$$X = 145\,000 + 325 = 145\,325 \text{ m.}$$
$$Y = 283\,000 + 530 = 283\,530 \text{ m.}$$

UWAGA 1. Gdy chodzi o uzyskanie jak najdokładniejszego wyniku, należy w razie potrzeby uwzględnić rozzserzenie

się lub skurczenie papieru. Jeżeli wymiary kwadratu są mniejsze niż powinny być według skali mapy (rys. 230), należy zmierzyć długość odcinka x (y) wzdłuż linji nieco ukośnej, której długość wynosi tyle co właściwe wymiary kwadratów [1]).

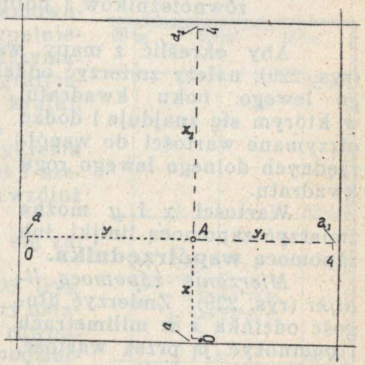


ys. 230.

Aby zmierzyć x (y) na mapie w skali 1 : 25 000, należy ustawić linijkę tak, aby odstęp między dolnym i górnym (lewym i prawym) bokiem kwadratu odpowiadał 4 cm na podziałce linijki, przechodzącej przez punkt A.

Jeżeli wymiary boków kwadratu są dłuższe niż powinny być według skali mapy (rys. 231), należy przy mierzeniu odcinków x i y, pozostawić między bokami kwadratu i kreskami zero i 4 cm [1]) małe odstępy a i a_1, których wartości ocenione na oko mają się do siebie jak długość odcinka x (y) do jego dopełnienia x_1 (y_1).

$$\frac{a}{a_1}=\frac{x}{x_1}\quad\left(\frac{a}{a_1}=\frac{y}{y_1}\right)$$



ys. 231.

UWAGA 2. Jeżeli punkt, którego współrzędne ma się zmierzyć jest przedmiotem przydrożnym należy przed mierzeniem przenieść ten punkt na właściwe miejsce (pkt. 225).

Tabelka niżej umieszczona podaje wartości błędu prawdopodobnego wyników zmierzenia współrzędnych prostokątnych na mapie z uwzględnieniem skurczenia się lub rozszerzenia papieru [2]).

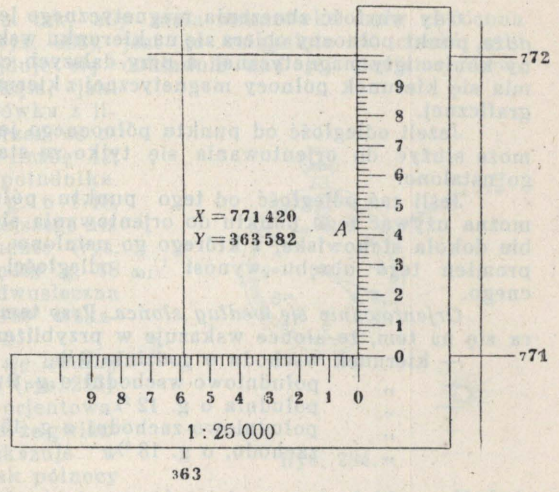
Skala	Punkty trygonometryczne i topograficzne	Przedmioty terenu
1 . 100 000	25 m	40 m
1 . 25 000	6 m	12 m

[1]) 4 cm w skali 1 : 25 000, 1 cm w skali 1 : 100 000, (2 cm jeśli siatka jest dwukilometrowa), 5 cm w skali 1 : 20 000.

[2]) Wartości błędu odnoszą się do map sporządzonych na podstawie nowych zdjęć. *Na mapach sporządzonych na podstawie dawnego materjału kartograficznego błędy są naogół 2 lub nawet 3 razy większe.*

Mierzenie zapomocą współrzędnika (rys. 232). Ustawić współrzędnik jak na rysunku i odczytać wartość x na podziałce pionowego ramienia współrzędnika, nawprost punktu A, a wartość y na podziałce poziomego ramienia, nawprost lewego boku kwadratu.

Dokładność otrzymanych wyników jest cokolwiek mniejsza niż przy mierzeniu zapomocą linijki, gdyż nie uwzględnia się odkształcenia papieru.



Rys. 232.

UWAGA. Współrzędne skrócone (pkt. 71) można odczytywać bezpośrednio na mapie, nie używając żadnego przyboru.

247. Używanie mapy w terenie.

Używanie mapy w terenie polega głównie na *utożsamianiu* (rozpoznawaniu) kształtów i przedmiotów terenu na niej oznaczonych. Podstawowemi czynnościami do wykonywania tego zadania są *orjentowanie mapy* i *wyszukiwanie na niej swego stanowiska.*

Najczęściej, aby móc zorjentować mapę, trzeba przedtem zorjentować się samemu.

248. Orjentowanie się w terenie.

Orjentowanie się w terenie polega na wyszukaniu stron głównych świata, głównie—kierunku północy. Zależnie od okoliczności, czynność tę wykonywa się zapomocą busoli, albo według słońca, gwiazdy Biegunowej lub księżyca.

Orjentowanie się zapomocą busoli. Przy tego rodzaju orjentowaniu wykorzystuje się właściwości igły magnetycznej, która wskazuje kierunek północy magnetycznej.

Aby wyszukać i ustalić *kierunek północy geograficznej* należy: trzymać busolę poziomo [1]) i zwolnić igłę magnetyczną; obracać busolę tak, aby ciemny koniec igły odchylił się od linji $Pn—Pd$ [2]) o kąt równy wartości zboczenia magnetycznego [3]) w danem miejscu (rys. 237); wyszukać na kierunku wskazanym przez linję $Pd—Pn$, jakiś przedmiot terenu jak najbardziej oddalony od stanowiska. Przedmiot lub punkt w ten sposób ustalony, który wraz ze stanowiskiem wytyka kierunek północy, nazywa się **punktem północnym.**

[1]) Lub ustawić ją poziomo na jakimś przedmiocie.

[2]) Niektóre busole mają litery $N—S$ lub *Płn—Płd* zamiast $Pn—Pd$.

[3]) Jeżeli zboczenie magnetyczne jest dodatnie + (ujemne —) ciemny koniec igły powinien znajdować się po prawej (lewej) stronie linji $Pn—Pd$.

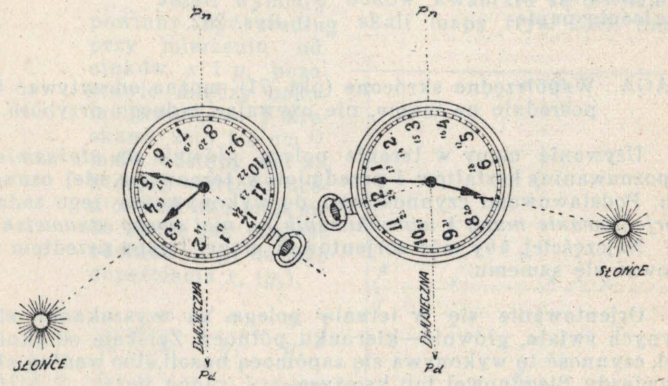
Gdy wartość zboczenia magnetycznego jest *nieznana* lub *nieduża*, punkt północny obiera się na kierunku wskazanym przez ciemny koniec igły magnetycznej, a przy dalszych czynnościach utożsamia się kierunek północy magnetycznej z kierunkiem północy geograficznej.

Jeżeli odległość od punktu północnego jest mała, punkt ten może służyć do orjentowania się tylko ze stanowiska, z którego go ustalono.

Jeśli zaś odległość od tego punktu północnego jest duża można używać tego punktu do orjentowania się w pewnym obrębie dokoła stanowiska, z którego go ustalono. Można przyjąć, że promień tego obrębu wynosi $^1/_{100}$ odległości do punktu północnego.

Orjentowanie się według słońca. Przy tem orjentowaniu opiera się na tem, że słońce wskazuje w przybliżeniu:

— kierunek wschodu o godzinie 6 [1],
— „ południowo-wschodni o g. 9;
— „ południa o g. 12 [2],
— „ południowo-zachodni o g. 15;
— „ zachodu, o g. 18 [3].



Rys. 233.

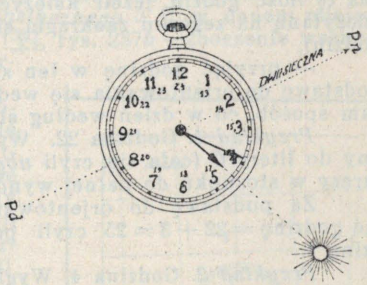
W innych godzinach przyjmuje się, że kierunek słońca zmienia się proporcjonalnie do czasu. Opierając się na tem można wyszukać kierunek południa (północy) zapomocą zegarka [4]. W tym celu należy położyć zegarek poziomo na dłoni lub na jakimś przedmiocie, i obracać go tak, aby mała wskazówka była zwrócona w stronę słońca (rys. 233); jest to osiągnięte w chwili, gdy ta wskazówka znajduje się dokładnie nad jej cieniem. Wówczas dwusieczna kąta, jaki tworzy mała wskazówka z linją przechodzącą przez oś obrotu wskazówek i liczbę 12, określa kierunek południka. W okresie między g. 6 i 18, dwusieczna kąta mniejszego niż 180° wskazuje południe (rys. 233); w okresie między g. 18 i 6 (pora letnia) dwusieczna kąta mniejszego niż 180° wskazuje północ (rys. 234).

[1]) Jest to ściśle tylko według miejscowego czasu słonecznego, w dniach około 21 marca i 23 września (dni zrównania dnia z nocą).

[2]) Jest to ściśle tylko według miejscowego czasu słonecznego. Aby otrzymać ten czas, należałoby dodać do czasu urzędowego w Polsce ilość minut wynoszącą 4. (λ—15), gdzie λ jest to długość geograficzna danego miejsca.

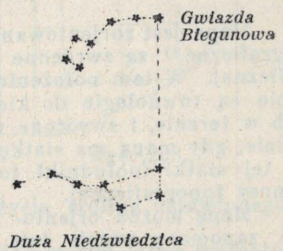
[3]) Jest to ściśle tylko według miejscowego czasu słonecznego, w dniach około 21 marca i 23 września (dni zrównania dnia z nocą).

[4]) Pełny obrót ziemi dokoła swej osi trwa 24 godziny, a *pozornie* słońce przebiega w tym czasie obwód koła (360°); mała zaś wskazówka zegarka uskutecznia obrót pełny w ciągu 12 godzin.



Rys. 234.

Orjentowanie się według gwiazdy Biegunowej (rys. 235). Przy tego rodzaju orjentowaniu opiera się na tem, że gwiazda Biegunowa wskazuje w przybliżeniu kierunek północy geograficznej [1]. Gwiazda ta znajduje się w gwiazdobiorze **Małej Niedźwiedzicy,** którego położenie w stosunku do bardziej widocznego gwiazdozbioru **Wielkiej Niedźwiedzicy** jest przedstawione na rysunku. Gwiazda Biegunowa znajduje się na linji przechodzącej przez dwie tylne gwiazdy Wielkiej Niedźwiedzicy, w odległości 5 razy większej niż odległość między temi tylnemi gwiazdami.



Rys. 235.

Orjentowanie się według księżyca (rys. 236). Gdy księżyc wchodzi wskazuje w przybliżeniu kierunek wschodu, gdy zaś zachodzi kierunek zachodu. W czasie między wschodem i zachodem księżyca zasada orjentowania polega na tem, że z wyglądu tarczy księżyca, można oceniać w przybliżeniu różnicę czasu między chwilami przejścia księżyca i słońca przez południk geograficzny. Uwzględniając tę różnicę, można się orjentować według księżyca w ten sam sposób co według słońca [2].

Gdy księżyca przybiera, jego tarcza ma kształt podobny do litery *D* (dobierający), gdy zaś ubywa, wygląd tarczy jest podobny do litery *C* (cofający).

Aby zorjentować się, należy:

[1]) Gwiazda Biegunowa wskazuje dokładnie kierunek północy geograficznej tylko wtedy, gdy linja łącząca ją z drugą gwiazdą przednią Wielkiej Niedźwiedzicy jest pionowa. Największa niedokładność (około 30′) zachodzi wtedy, gdy ta linja jest pozioma. Inne gwiazdy, leżące w pewnym promieniu dokoła bieguna, nazywają się ogólnie *gwiazdami naokołobiegunowemi*.

[2]) W chwili nowiu księżyc przechodzi przez południk w tym samym czasie co słońce, w chwili pierwszej kwadry przechodzi przez południk 6 godzin wcześniej niż słońce, w chwili pełni 12 godzin wcześniej a w chwili ostatniej kwadry 18 godzin wcześniej, czyli 6 godzin później niż słońce w poprzednim dniu.

— ustalić, czy księżyca przybiera lub ubywa i ocenić ilość dwunastych części, jakiej odpowiada widoczna część tarczy w stosunku do pełnej (błąd o 1/12 lub 2/12 nie ma praktycznego znaczenia):

— *dodać* ocenioną ilość dwunastych do godziny odczytanej na zegarku, jeśli księżyca ubywa; *odjąć* zaś tę ilość godzin, jeżeli księżyca przybiera (godzinę odczytaną na zegarku zaokrągla się do wielokrotności godzin);

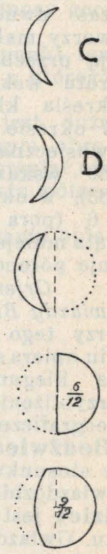
— przyjąć godzinę w ten sposób otrzymaną za podstawę do orjentowania się według księżyca, w ten sam sposób, co w dzień według słońca.

Przykład 1. Godzina 22. Wygląd księżyca podobny do litery *C* (cofa się, czyli *ubywa*); widoczna część tarczy w stosunku do pełnej wynosi 3/12.

Za podstawę do orjentowania się należy przyjąć godzinę = 22 + 3 = 25 czyli po odrzuceniu 24 godzinę 1.

Przykład 2. Godzina 4. Wygląd księżyca podobny do litery *D* (dobiera, czyli *przybiera*); widoczna część tarczy wynosi 6/12.

Za podstawę do orjentowania należy przyjąć godzinę = 4—6 czyli 28 – 6 = 22 (dwusieczna wskaże północ).



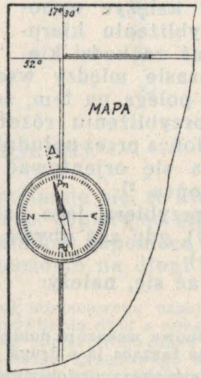
Rys. 236.

249. Orjentowanie mapy.

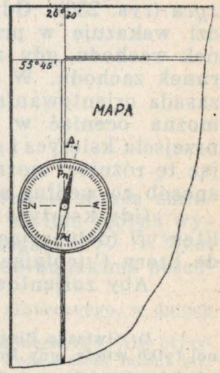
Mapa jest zorjentowana wtedy, gdy jej południki geograficzne [1]) są zwrócone w kierunku północy geograficznej. W tem położeniu kierunki oznaczone na mapie są równoległe do kierunków im odpowiadających w terenie, i zwrócone w tę samą stronę. Jednocześnie, gdy mapa ma siatkę kilometrową linje pionowe tej siatki (południki topograficzne) są zwrócone w kierunku północy topograficznej.

Mapę można orjentować zapomocą busoli lub według przedmiotów terenu.

Orjentowanie mapy zapomocą busoli. Jeżeli nie ma się żadnego podkładu (podstawy) do rozłożenia arkusza mapy, należy wyszukać i ustalić w terenie punkt północny, jak w punkcie 248, a następnie ustawić mapę tak, aby górny skraj arkusza był zwrócony w stronę punktu północnego, a przedłużenie jednego południka geograficznego przechodziło przez ten punkt [1]).



Rys. 237*a*.

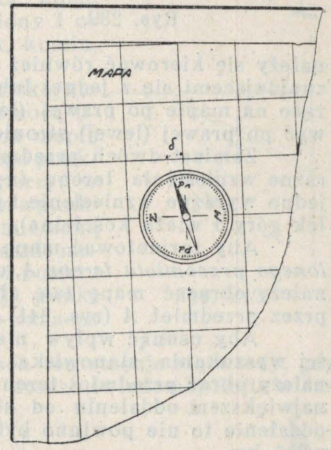


Rys. 237*b*.

[1]) Jeśli mapa jest podzielona na arkusze podług siatki *geograficznej*, boki ramki arkusza są *południkami geograficznemi*.

Jeżeli ma się jakąś podstawę (deska, stolik) do rozłożenia arkusza mapy, można zorjentować mapę dokładniej w sposób następujący. Umieścić busolę na mapie tak, aby linja $Pn—Pd$ zgadzała się z jednym południkiem arkusza (litery Pn zwrócony w stronę górnego skraju akusza) i następnie obracać mapę wraz z busolą (rys. 237*a* i 237*b*), nie zmieniając przytem położenia busoli, dopóty, dopóki ciemny koniec igły nie odchyli się od linji $Pn—Pd$ o kąt odpowiadający wartości *zboczenia magnetyeznego* Δ [1]) w danem miejscu (rys. 237*a*—zboczenie zachodnie [−], rys. 237*b* —zboczenie wschodnie [+]). Wówczas mapa jest zorjentowana.

Jeżeli mapa ma siatkę kilometrową, można ustawić busolę na jednej z linij pionowych siatki kilometrowej i obracać mapę wraz z busolą tak, aby ciemny koniec igły odchylił się od linji $Pn — Pd$ o kąt odpowiadający wartości *uchylenia magnetycznego* δ [2]) w danem miejscu [3]) (rys. 238 — uchylenie zachodnie [—]).



Rys. 238.

UWAGA. Mapę można zorjentować najdokładniej wtedy, gdy rozporządza się stolikiem, zaopatrzonym w południcę. Wtedy stolik można zorjentować [4]) bez względu na to, czy jest ustawiony na trójnogu, czy też spoczywa na ziemi, mniej więcej poziomo (gdy okoliczności nie pozwalają na użycie stolika ustawionego na trójnogu) [5]).

Po zorjentowaniu stolika można łatwo zorjentować mapę, ustawiając ją na stoliku w ten sposób, aby jedna z linij siatki kilometrowej mapy zgadzała się z jedną z linij siatki kilometrowej stolika.

Orjentowanie mapy według przedmiotów terenu. Mapę można orjentować według linji prostej wytkniętej w terenie i przedstawionej na mapie (prosty odcinek drogi lub kolei, linja utworzona przez dwa przedmioty dostatecznie od siebie oddalone) albo według stanowiska i jednego przedmiotu terenu, oznaczonych na mapie.

Aby zorjentować mapę *według wytkniętej w terenie linji AB*

[1]) Wartość tę bierze się z jej znakim z mapki zboczeń magnetycznych (zał. 4a).

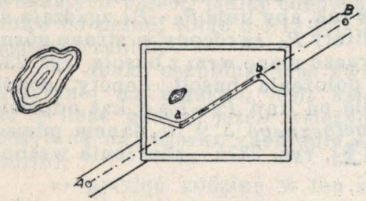
[2]) Wartość tę bierze się z jej znakiem z mapki uchyleń magnetycznych (zał. 4b).

[3]) Jeżeli zboczenie (uchylenie) magnetyczne jest *wschodzie* czyli *dodatnie*, ciemny koniec igły powinien znajdować się po prawej stronie linji $Pn — Pd$; jeżeli zaś zboczenie (uchylenie) jest *zachodnie*, czyli *ujemne* – po lewej stronie linji $Pn — Pd$.

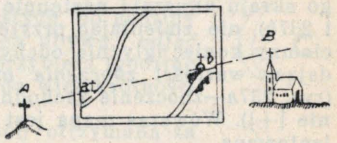
[4]) Orjentowanie stolika omawia część II.

[5]) W miejscach nieukrytych przed obserwacją nieprzyjaciela.

przedstawionej na mapie linją *a b* (rys. 239 i 240), należy stanąć na tej linji [1]) i obracać mapę tak, aby linja *a b* zgadzała się z linją *A B*. Aby się nie pomylić co do kierunku północy,



Rys. 239.



Rys. 240.

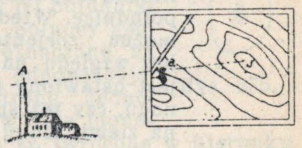
należy się kierować również kształtami terenu oraz przedmiotami znajdującemi się z jednej lub obu stron *A B* i *a b*. Przedmioty leżące na mapie po prawej (lewej) stronie *a b* powinny się znajdować po prawej (lewej) stronie linji *A B* w terenie.

Zamiast dwóch przedmiotów terenu można obrać dwa wyraźne wzniesienia terenu (np. wierzchołki dwóch wzgórz, lub też jedno wyraźne wzniesienie i jeden przedmiot terenu (np. wierzchołek góry i wieża kościelna).

Aby zorjentować mapę *według stanowiska S i jednego oddalonego przedmiotu terenu A*, oznaczonych na mapie punktami *s* i *a*, należy obracać mapę tak, aby przedłużenie linji *s a* przechodziło przez przedmiot *A* (rys. 241).

Aby usunąć wpływ niedokładności wyszukania stanowiska na mapie, należy obrać przedmiot terenu *A* w jak największem oddaleniu od stanowiska; oddalenie to nie powinno być mniejsze niż 1 km.

Im bardziej oddalony jest przedmiot A_1 tem dokładniejszą uzyskuje się orjentację.



Rys. 241.

Jeżeli ze stanowiska widać drugi przedmiot terenu *B*, oznaczony na mapie punktem *b*, należy się upewnić, czy przedłużenie linji *s b* przechodzi przez przedmiot *B*, celem sprawdzenia orjentacji otrzymanej według przedmiotu *A*.

250. Wyszukiwanie stanowiska na mapie.

Stanowisko na mapie wyszukuje się na podstawie przedmiotów terenu na niej oznaczonych. Zależnie od okoliczności czyni się to według kierunku i odległości **(odmiar, promieniowanie)** lub według kierunków **(wcinanie wbok, wcinanie wstecz).** Oznaczone na mapie przedmioty terenu, według których można wyszukać stanowisko, nazywa się **punktami nawiązania.**

Odmiar. Sposób ten stosuje się wtedy, gdy stanowisko w terenie leży na jakiejś linji przedstawionej na mapie (droga, kolej, ścieżka), w niezbyt wielkiej odległości od jakiegoś przydrożnego punktu nawiązania, oznaczonego na mapie (drogowskaz, kamień kilometrowy, figura, skrzyżowania dróg, mostek, strumień).

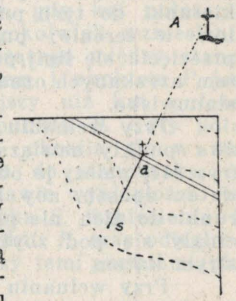
[1]) Aby stanąć na tej linji, należy postępować podług zasad podanych w punkcie 67.

Aby wyszukać na mapie stanowisko, należy: odmierzyć w terenie (krokami lub innym sposobem, gdy chodzi o większą dokładność) odległość między stanowiskiem a przydrożnym punktem nawiązania; zamienić odległość zmierzoną na wartość, jakiej odpowiada w skali mapy i odłożyć tę wartość na mapie od punktu nawiązania wzdłuż drogi, w odpowiednią stronę; punkt w ten sposób wyszukany na mapie oznacza stanowisko.

Sposób ten można stosować również wtedy, gdy stanowisko leży na linji utworzonej przez dwa punkty nawiązania, w niezbyt wielkiej odległości od jednego z nich.

Promieniowanie. (Rys. 242). Sposób ten stosuje się wtedy, gdy ze stanowiska widać jakiś punt nawiązania niezbyt oddalony i oznaczony na mapie (krzyż, wiatrak, komin, skrzyżowanie dróg...)

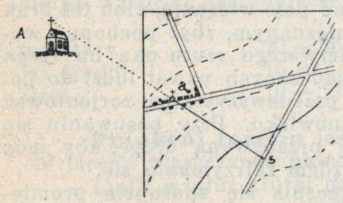
Aby wyszukać na mapie stanowisko, należy zorjentować mapę poczem zapomocą linijki lub celownicy ustalić wstecz [1]) na mapie przez punkt nawiązania kierunek do tego punktu w terenie. Następnie należy odmierzyć w terenie odległość między stanowiskiem a punktem nawiązania, poczem zamienić zmierzoną odległość na wartość odpowiadającą skali mapy i odłożyć tę wartość na mapie, od punktu nawiązania wzdłuż wykreślonej linji; punkt w ten sposób wyszukany na mapie oznacza stanowisko.



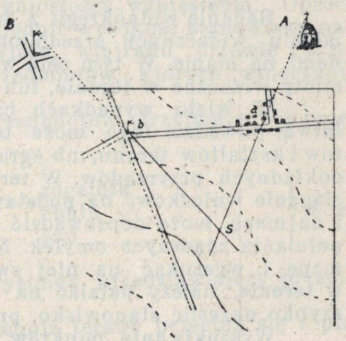
Rys. 242.

Wcinanie wbok (rys. 243). Sposób ten stosuje się wtedy, gdy ze stanowiska leżącego na wiadomej drodze (wiadomej linji) widać wbok jakiś punkt nawiązania oznaczony na mapie.

Aby wyszukać na mapie stanowisko, należy zorjentować mapę i zapomocą linijki lub celownicy ustalić wstecz



Rys. 243.



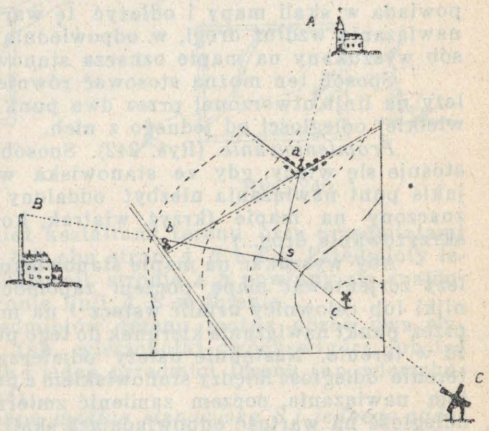
Rys. 244.

na mapie przez punkt nawiązania kierunek do tego punktu w terenie; punkt przecięcia się uzyskanej linji z osią drogi oznacza stanowisko.

[1]) Aby ustalić wstecz (wprzód) na mapie, przez jakiś punkt *a* na niej oznaczony, kierunek do jakiegoś punktu *A* w terenie, należy naprowadzić linijkę lub celownicę na punkt *A* w ten sposób, aby jej krawędź przechodziła przez punkt *a* i wykreślić linję wzdłuż krawędzi od punktu *a* wstecz (wprzód).

Wcinanie wstecz (rys. 244 i 245). Sposób ten stosuje się wtedy, gdy ze stanowiska widać przynajmniej dwa punkty nawiązania, które są oznaczone na mapie.

Aby wyszukać na mapie stanowisko należy zorjentować mapę i następnie zapomocą linijki lub celownicy ustalić wstecz kolejno na mapie przez punkty nawiązania kierunki do tych punktów w terenie; punkt przecięcia się linij przytem uzyskanych oznacza stanowisko.



Rys. 245.

Przy wcinaniu na dwa punkty nawiązania (rys. 244) należy je obrać w ten sposób, aby kierunki do nich nie przecinały się pod zbyt ostrym kątem.

Przy wcinaniu na trzy punkty nawiązania (rys. 245) należy je obrać tak, aby *otaczały stanowisko*; i jako punkt przedstawiający stanowisko przyjąć środek *trójkąta błędów*, utworzonego na mapie przez wykreślone linje.

251. Badanie widnokręgu.

Badanie widnokręgu z danego stanowiska polega na utożsamieniu widocznych przedmiotów terenu z przedmiotami oznaczonemi na mapie. W tym celu wyszukuje się kolejno na mapie przedmioty widoczne w terenie, lub odwrotnie.

W wielu wypadkach badanie widnokręgu nie jest rzeczą łatwą; powodem tego może być mała ilość wydatnych przedmiotów i kształtów terenu, lub ograniczone pole widzenia, albo też brak dokładnych przyrządów. W terenie nieznanym, zbyt pochopne wyciąganie wniosków, na podstawie pierwszego rzutu oka na teren i na mapę, może doprowadzić doświadczonych nawet ludzi do popełniania znacznych omyłek. Należy przedewszystkiem zorjentować mapę i wyszukać na niej swe stanowisko. Przy posuwaniu się w terenie, należy ustalać na mapie przebywaną drogę, aby móc szybko określić stanowisko, przy każdem zatrzymaniu się.

Wyszukiwanie punktów uskutecznia się sposobem promieniowania. Aby wyszukać na mapie punkt terenu *P*, widoczny ze stanowiska *S*, należy ustalić na mapie kierunek do tego punktu, bądźto bezpośrednio zapomocą celownicy lub linijki, po poprzedniem zorjentowaniu mapy, bądź zapomocą przenośnika na podstawie zmierzonego azymutu kierunku *SP* [1], lub też kąta zawartego między kierunkiem *SP* i jakimś kierunkiem podstawowym,

[1]) Azymut ten mierzy się zapomocą kątomierza-busoli lub busoli kieszonkowej.

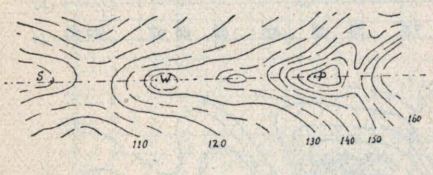
przechodzącym przez rozpoznany już poprzednio przedmiot terenu [1]).

Przez wykreślenie na mapie kierunku do punktu *P* otrzymuje się linję, na której następnie należy szukać tego punktu, na podstawie ocenionej na oko odległości do niego i ukształtowania terenu.

Aby wyszukać w terenie punkt oznaczony na mapie należy postępować odwrotnie.

252. Określanie widoczności punktu.

Dany punkt terenu *P* (rys. 246) jest widoczny ze stanowiska *S* wtedy, gdy kąt położenia jakiegokolwiek wzniesienia *W*, leżącego między stanowiskiem i punktem *P*, jest mniejszy niż kąt położenia punktu *P*. Kąty położenia określa się w stosunku do stanowiska, na podstawie wyniosłości stanowiska *S*, wzniesienia *W* i punktu *P*, oraz odległości między temi punktami (pkt 242).



Rys. 246.

Przykład (rys. 246) Kąt położenia punktu $P = +10^t$.

Kąt położenia wzniesienia $W = +8{,}6^t$.

Punkt *P* jest widoczny ze stanowiska *S*.

Jeżeli na wzniesieniu *W* znajduje się jakiś przedmiot o pewnej wysokości (las, zabudowania ...) należy przed obliczeniem kąta położenia dodać tę wysokość do wyniosłości wzniesienia. Oprócz tego należy, w razie potrzeby, uwzględnić wysokość stanowiska nad ziemią (punkt obserwacyjny na wieży, wiatraku, drzewie i t. p.) oraz przypuszczalną wysokość przedmiotów, których widoczność ma się określić.

Przy ocenianiu wysokości przedmiotów, przyjmuje się przeciętne wartości następujące:

las stary	20 — 30 m,	zagajnik	6 m.
las średni	15 m,	chata	
wieś	10 — 12 m,	sad	

253. Wykonywanie przekroju terenu.

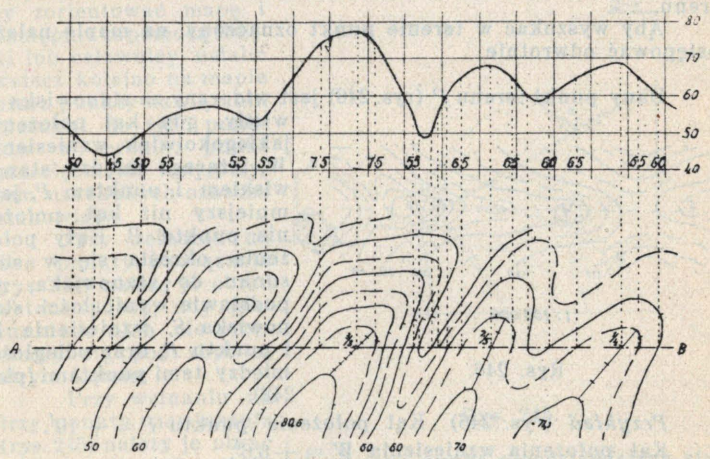
Przekrój terenu jest to rysunek przedstawiający przecięcie terenu płaszczyzną pionową.

Linja, wzdłuż której powierzchnia terenu przecina się z płaszczyzną pionową, nazywa się **profilem terenu.**

Mapy warstwicowe. Rysunek 247 uwidocznia zasadę wykonywania przekroju terenu, wzdłuż linji *AB*. Aby ułatwić pracę, przekrój wykonywa się zwykle na prostokątnym arkuszu papieru kratkowanego. Wzdłuż prawego skraju arkusza oznacza się linje poziome

[1]) Kąt ten mierzy się zapomocą kątomierza - busoli lub kątomierza kieszonkowego, albo lornety lub lornetki. Ustalenie kierunku na podstawie kąta jest najkorzystniejsze wtedy, gdy ten kąt jest stosunkowo nieduży. W tym wypadku bowiem błąd popełniony w określeniu stanowiska nie ma dużego wpływu na dokładność ustalenia kierunku.

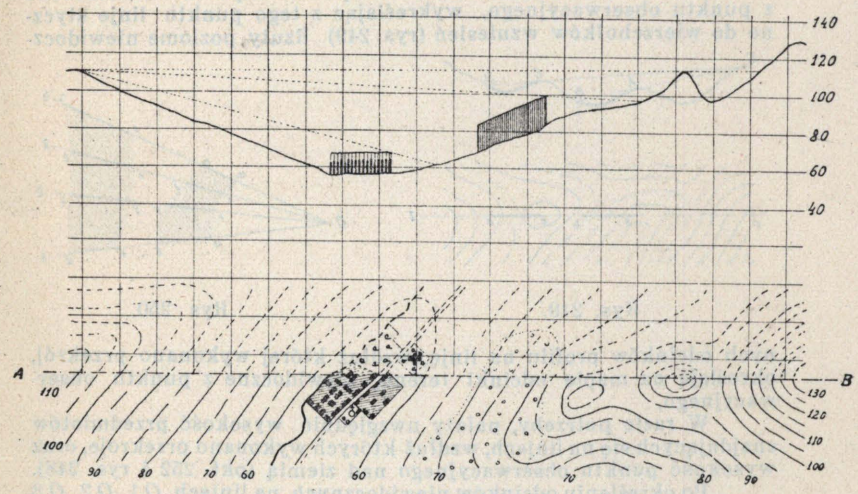
liczbami odpowiadającemi wyniosłości, co 5, 10 lub 20 m, poczynając od okrągłej wartości, nieco mniejszej niż wyniosłość najniższej z warstwic przeciętych linją *A B*. Po wypisaniu tych liczb przykłada się dolny skraj arkusza papieru do linji *A B* na mapie,



Rys. 247.

i wzdłuż tego skraju oznacza się kreseczkami punkty przecięcia się warstwic z linją *A B*, wypisując przy każdej z kreseczek liczbę odpowiadającą wyniosłości warstwicy. Jeżeli na zboczu odległości między warstwicami są jednakowe, wystarczy oznaczyć pierwszą i ostatnią z nich. Następnie wykreśla się przez punkty oznaczone na dolnym skraju arkusza linje równoległe do pionowych linij papieru kratkowanego, poczem nanosi się na te linje punkty odpowiadające wyniosłości warstwic, podług liczb wypisanych na prawym skraju arkusza. Aby wykreślić profil, należy połączyć otrzymane punkty: prostemi na zboczach, a krzywemi w miejscach odpowiadających wierzchołkom i linjom grzbietowym oraz zagłębieniom i linjom ściekowym. W niektórych wypadkach można określić wyniosłość linij grzbietowych i ściekowych, w miejscach ich przecięcia z linją *A B*, przez interpolację między warstwicami (rys. 247).

UWAGA 1. Przy pewnej wprawie można nie wykreślać równoległych do pionowych linij papieru kratkowanego i nanosić bezpośrednio punkty odpowiadające wyniosłości warstwic. Można też nanosić te punkty bez oznaczenia na dolnym skraju arkusza papieru punktów przecięcia się linji *A B* z warstwicami, wypisując wyniosłość warstwic na mapie (rys. 248), i przytrzymując dolny skraj arkusza papieru do linji *A B* podczas całej pracy.



Rys. 248.

UWAGA 2. Skala pionowa profilu sporządzonego w powyższy sposób jest większa niż skala pozioma. Wykonywając przekrój terenu na podstawie mapy 1 : 25 000, otrzymuje się profil w skali poziomej 1 : 25 000 i w skali pionowej 1 : 1000, 1 : 2000 lub 1 : 4000, zależnie od tego, czy linje poziome papieru kratkowanego oznaczono liczbami co 5 m, czy też liczbami co 10 lub 20 m [1]).

Aby sporządzić profil terenu w skali poziomej *n* razy większej niż skala mapy, należy przenieść punkty przecięcia się linji *A B* z warstwicami na linję wykreśloną na arkuszu papieru, powiększając przytem *n* razy odległości między temi punktami.

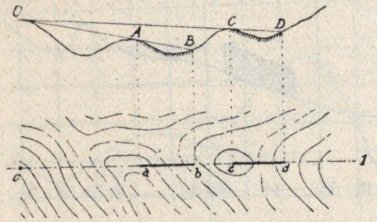
Mapy kreskowane. Wykonywanie przekroju terenu na podstawie mapy kreskowanej jest trudne i bardzo niedokładne. Zasadniczo można tylko sporządzać przybliżony profil, według punktów, których wyniosłość można odczytać z mapy (pkt. 240) oraz wielkość spadu terenu ocenionej na oko (pkt. 241).

254. Określanie widocznych i niewidocznych pól terenu.

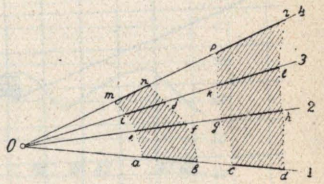
Aby określić na mapie granice pola terenu niewidocznego z danego stanowiska (punktu obserwacyjnego), należy wykonać przekroje terenu wzdłuż różnych kierunków wychodzących ze stanowiska. Potrzebna ilość przekrojów zależy od różnorodności ukształtowania terenu. Należy przedewszystkiem wykonać przekroje wzdłuż kierunków przechodzących przez najwyższe wzniesienia (zakrycia).

[1]) Ponieważ skala pionowa jest większa niż skala pozioma, przeto wielkość spadu terenu przedstawiona na profilu jest większa niż rzeczywista.

Z każdego przekroju określa się odcinki profilu niewidoczne z punktu obserwacyjnego, wykreślając z tego punktu linje styczne do wierzchołków wzniesień (rys 249). Rzuty poziome niewidocz-



Rys. 249.



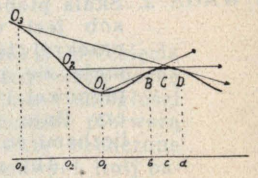
Rys 250.

nych odcinków profilu na linję, wzdłuż której wykonano przekrój, określają na mapie odcinki terenu, niewidoczne z punktu obserwacyjnego,

W razie potrzeby, należy uwzględnić wysokość przedmiotów znajdujących się na linjach, wzdłuż których wykonano przekroje, oraz wysokość punktu obserwacyjnego nad ziemią (pkt. 252 i rys. 248).

Po określeniu odcinków niewidocznych, na linjach $O1$, $O2$, $O3$ (rys. 250), wzdłuż których wykonano przekroje, łączy się kolejno początkowe i końcowe punkty tych odcinków krzywemi. Przy wykreślaniu tych krzywych, odgraniczających widoczne pola terenu od niewidocznych, należy się kierować ukształtowaniem terenu i poszczególnemi linjami grzbietowemi.

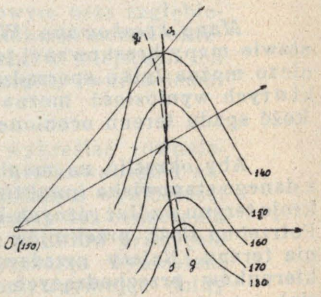
Niewidoczne pola terenu należy zakreskować lub pomalować.



Rys. 251.

UWAGA. Położenie punktu styczności promienia widzenia w stosunku do wierzchołka wzniesienia (lub punktu linji grzbietowej) zależy od różnicy wyniosłości wzniesienia i punktu obserwacyjnego (rys 251).

Od tego też zatem zależy położenie linji $s\,s_1$ odgraniczającej widoczne pole terenu od niewidocznego w stosunku do linji grzbietowej $g\,g_1$ (rys. 252), Linja $s\,s_1$ przecina się z linją $g\,g_1$ w punkcie o tej samej wyniosłości co punkt obserwacyjny; linja $s\,s_1$ leży bliżej (dalej) punktu obserwacyjnego niż linja $g\,g_1$, w miejscach o wyniosłości większej (mniejszej) niż wyniosłość punktu obserwacyjnego.



Rys. 252.

INSTYTUT GEOGRAFII
Uniwersytetu Poznańskiego
Poznań, ul. Fredry 10.