

BIBLIOTEKA 3
SŁUŻBY GEOGRAFICZNEJ

C. V. HODGSON

PODREČZNIK
TRIANGULACJI

PIERWSZEGO RZĘDU



BIBLIOTEKA SŁUŻBY GEOGRAFICZNEJ wychodząca staraniem i sumptem **SEKCJI GEOGRAFICZNEJ TOWARZYSTWA WIEDZY WOJSKOWEJ W WARSZAWIE**, pod redakcją **MAJORA JERZEGO LEWAKOWSKIEGO**,

WYDAJE prace, wchodzące w zakres: **Triangulacji, Topografji, Fotogrametriji, Kartografji, Terenoznawstwa, Grafiki, Geografji, Geologii**, traktowane ze stanowiska potrzeb wojskowej służby geograficznej, lub ogółu wojska.

DOTĄD WYDANE „ŻÓŁTE KSIĄŻKI Z TRZEMA TRÓJKĄTAMI“:

- 1. TOPOGRAFJA — KREUTZINGER**
- 2. SŁUŻBA GEOGRAFICZNA ARMII — LEVY**
- 3. PODRĘCZNIK TRIANGULACJI — HODGSON**
- 4. POMIARY WOJENNE — BOELCKE**

Dalsze prace w przygotowaniu.

DO NABYCIA w Księgarni Wojskowej, ul. Nowy Świat 69 i w Samopomocy Inwalidzkiej ul. Sienkiewicza 2, lub w Sekcji Geograficznej Towarzystwa Wiedzy Wojskowej, ul. Wilcza 64.

1900

WYDAWCA
KRAJOWY ZWIĄZOK
MATEMATYKÓW

PODRĘCZNIK
TRIANGULACJI
PIERWSZEGO ZĘBIA

W. S. BUDOWA

PODRĘCZNIK TRIANGULACJI

W. S. BUDOWA

3.50

**BIBLIOTEKA
SEWŻBY
GEOGRAFICZNEJ**

TOM 3

**PODRĘCZNIK
TRIANGULACJI
PIERWSZEGO RZĘDU**

C. V. HODGSON

**NAKŁADEM
SEKCJI GEOGRAFICZNEJ
TOWARZYSTWA WIEDZY
WOJSKOWEJ**

C. V. HODGSON

**ZASTĘPCA SZEFA WYDZIAŁU GEODEZYJNEGO, SŁUŻBY POMIARÓW
BRZEGOWYCH I GEODEZYJNYCH STANÓW ZJEDNOCZONYCH AMERYKI**

PODRĘCZNIK TRIANGULACJI

I. RZĘDU

tłumaczyli z angielskiego

APOLONJUSZ ZARYCHTA
kapitan korpusu geografów

FELIKS KOPCZYŃSKI
poruczn. korpusu geografów



Odbito w Drukarni Ministerstwa Spraw Wojskowych w Warszawie

1 9 3 0

S. 69

5.96

S.06

526.3



15558

2.33/58

OD TŁÓMACZY.

Polska naukowa literatura techniczna nie posiada dotąd systematycznie opracowanego podręcznika triangulacji. Niepotrzebujemy podkreślać ważności tej dziedziny nauki i praktyki technicznej, dla potrzeb państwowych i przygotowania obrony państwa. Książka mjr. Hodgsona zapoznaje nas szczegółowo z metodami triangulacji, stosowanymi w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Cenne zwłaszcza wydają nam się rozdziały, dotyczące organizacji pracy, metod ekonomii, stosowanej w najszlachetniejszym tego słowa znaczeniu, w czym Amerykanie przodują światu, i czemu zawdzięczają tyle rekordów i tryumfów swej techniki.

Sądzymy, że „Podręcznik triangulacji I rzędu” będzie stanowił cenny materiał badawczy dla naszej młodej praktyki pomiarowej.

Tłumaczenia dokonaliśmy z oryginału angielskiego: „Serial No. 329, Department of Commerce U. S. Coast and Geodetic Survey E. Lester Jones, Director. Manual of first-order triangulation by C. V. Hodgson, assistant Chief, Division of Geodesy. Special Publication No. 120, Washington 1926.” — starając się o możliwie wierne oddanie treści.

Z treści ilustracyjnej opuściliśmy trzy rysunki, ilustrujące sposoby transportu wyposażenia partji triangulacyjnej na Alasce w trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych, ze względu na złe odbitki, b. kłopotliwe do sfotografowania.

Fig. 30 zmieniliśmy z tych samych powodów, biorąc rysunek podobnej wieży z „Jasper S. Bilby. Reconnaissance and Signal Building”.

Rozdział 6., zawierający tablicę poprawek na poziom dla rozmaitych długości i kątów wzniesień, współczynniki do wzorów obliczenia nadmiaru sferycznego, logarytmów promieni krzywizny, długości 1-go południka w różnych szerokościach i tablice zamiany stóp na metry i odwrotnie, został opuszczony wobec tego, że pewne z tych tablic można znaleźć w wielu podręcznikach geodezji, inne zaś nie mogą mieć u nas zastosowania wobec tego że obliczone są dla elipsoidy Clarke'a.

Nomogram, podany na str. 99 został przeliczony i przerysowany w wydziale Triangulacyjnym Wojskowego Instytutu Geograficznego.

W tłumaczeniu okazali nam cenną pomoc pp. prof. dr. J. Krasowski, mjr. W. Plesner, oraz mjr. J. Lewakowski za co im składamy swoje serdeczne podziękowania.

Kierownictwo służby Brzegowej i Geodezyjnej udzieliło swego upoważnienia dla dokonania przekładu, pismem z dn. 1 listopada 1929, (Pismo Poselstwa Polskiego w Waszyngtonie No. 3252/29 r. dn. 2 listopada 1929 r.). Uważamy za miły obowiązek złożyć na tem miejscu swoje podziękowania pp. R. W. Farisowi — dyrektorowi Służby Pom. Brzeg. i Geod. p. dr. W. Bowie — szefowi Wydz. Geod. oraz Panu Ambasadorowi R. P. T. Filipowiczowi za ich i serdeczne poparcie naszej skromnej pracy.

Słownictwo techniczne tłumaczenia zostało uzgodnione z Wojskowym Instytutem Naukowo-Wydawniczym.

PRZEDMOWA.

Celem tego podręcznika jest zestawienie metod, stosowanych obecnie przy przeprowadzaniu triangulacji I-go rzędu i pomiarze podstaw przez „Służbę Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych” (Coast and Geodetic Survey) Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej. Rozwój historyczny jak również i rozważania teoretyczne są tutaj uwzględnione tylko w bardzo nieznacznym stopniu.

Materiał, zawarty w tej książce, zawdzięczamy przede wszystkim doświadczeniom nad instrumentami geodezyjnymi poczynionym przez geodetów i fizyków w ciągu ostatniego stulecia. Ostatnie zwłaszcza dwudziestolecie zaznaczyło się dużym postępem w kierunku ustalenia metod, wzrostu szybkości i zmniejszenia kosztów prac geodezyjnych. W ramach tej książki nie leży spłacenie należnej dani tym wszystkim, którzy położyli specjalne zasługi na polu nauki i sztuki geodezji w Stanach Zjednoczonych.

Wielu inżynierów i matematyków, pracujących w dziedzinie geodezji, pomogło mi swemi radami przy przygotowaniu tego podręcznika, doradzając mi wprowadzenie niektórych zmian i poprawek oraz przygotowując pewne tablice i typowe wzory. Za tą życzliwą pomoc składam im pełne uznania podziękowanie. W szczególności podziękować mi należy Dr. Williamowi Bowie, szefowi Wydziału Geodezji, za jego troskliwe przejrzanie podręcznika i wiele cennych uwag.

OKREŚLENIA OGÓLNE.

Ze względu na wielki wzrost szybkości i zmniejszenie kosztów prac geodezyjnych w ostatnim dwudziestoleciu, okazała się w „Służbie Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych” (Sł. P. Brz. i G.) przed kilku laty potrzeba dokładniejszego opisu metod, stosowanych w triangulacji I i II rzędu. Niniejsza praca ma za zadanie, o ile tylko można, zaspokoić tę potrzebę. Celem jej jest dostarczenie przede wszystkim podręcznika praktycznego, a nie rozważania szczegółowe na temat teoretycznych zasad triangulacji i pomiaru podstaw. Rozważania teoretyczne są uwzględnione jedynie tylko w takim stopniu, aby umożliwić inżynierom służby geodezyjnej, albo innym zainteresowanym osobom, wykonanie potrzebnych prac triangulacyjnych. Podane są więc źródła nieuniknionych przy rozmaitych czynnościach błędów, oraz sposoby wyznaczania ich względnej wielkości. Na podstawie tych danych, inżynier może odpowiednio zmienić podane tutaj metody triangulacji I rzędu, celem zastosowania ich w innych mniej dokładnych rodzajach triangulacji.

Wobec tego, że książka ta jest przeznaczona przede wszystkim dla pracowników Sł. P. Brz. i G., gdzie jedna partja może przeprowadzać w ciągu jednego sezonu triangulację na wielu setkach mil¹⁾, — opisanie organizacji partji pomiarowej i metod obserwacji zostało podane wyjątkowo szczegółowo. Działy te oczywiście nie zainteresują specjalnie inżyniera, pracującego na mniejszych przestrzeniach.

DEFINICJE TRIANGULACJI I i II RZĘDU.

Sprzeczne nazwy, używane przez poszczególne organizacje pomiarowe przy opisie rozmaitych rzędów triangulacji, wywoływały do ostatnich jeszcze czasów wiele zamieszania. Zazwyczaj najdokładniejszy rodzaj pracy nazywano, niezależnie od stopnia otrzymywanej do-

¹⁾ Mowa o t. zw. „standard mile” = 1609,347 m. (przypisek tłumacza).

kładności, triangulacją „pierwszorzędną” (primary), podczas gdy nazwę „drugorzędna” (secondary) stosowano do sieci pomocniczych. W celu uzyskania określeń i definicji jednoznacznych, przedstawiciele poszczególnych organizacji pomiarowych na konferencji w Washingtonie w roku 1921 przyjęli jedną klasyfikację. Według tego uzgodnienia, triangulacja o najwyższej dokładności została nazwana ścisłą (precise), następna niższego stopnia — pierwszorzędną (primary), triangulacja trzeciego stopnia dokładności — drugorzędna (secondary). Oznaczenia te odpowiadały nazwom: pierwszorzędną (primary), drugorzędna (secondary) i trzeciorzędna (tertiary), używanym w Sł. P. Brz. i G. dawniej.

Terminologia ta jednakże nie uzyskała ogólnego uznania i w maju 1925 r. Federalna Rada Pomiarów i Map (Federal Board of Surveys and Maps) po uzgodnieniu z poszczególnymi urzędami pomiarowymi, reprezentowanymi w Radzie, zaleciła, aby dla czterech rzędów pomiarów poziomych i pionowych używać nazw: I rząd, II rząd, III rząd i IV rząd, w ten sposób, że pierwszy z nich jest najdokładniejszy. Nazwy te zostały zatwierdzone przez szefa Sł. P. Brz. i G. i wprowadzone do prac pomiarowych, wykonywanych przez ten urząd.

Przyjęto następujące kryteria przy zaliczaniu triangulacji do odpowiednich rzędów:

- 1) wielkości zamknięć trójkątów i
- 2) zgodność długości podstawy, obliczonej z łańcucha triangulacyjnego, wychodzącego z poprzedniej podstawy, a jej długością pomierzoną bezpośrednio.

Średni błąd zamknięcia trójkąta triangulacji I rzędu powinien wynosić około 1", lub mniej, a największy błąd nie powinien przekraczać 3". Błąd względny pomiędzy wartościami podstawy, lub boku nawiązania, pomierzoną bezpośrednio i obliczoną z łańcucha triangulacyjnego po wyrównaniu sieci nie może przekraczać 1:25 000.

Podobnie: średni błąd zamknięcia trójkąta triangulacji II rzędu nie powinien przekraczać 3", a największy błąd zamknięcia powinien być mniejszy od 6". Błąd względny pomiędzy wartościami podstaw — obliczoną i pomierzoną nie powinien przekraczać 1:10 000.

Błąd ten przy obu rzędach triangulacji w pewnych warunkach może przekroczyć granicę wyznaczoną. Jeżeli dwa punkty triangulacyjne leżą blisko siebie w stosunku do długości łańcucha, błąd w odległości pomiędzy nimi może przekraczać wyznaczone powyżej granice. Dokładność obliczonej długości jakiegokolwiek boku można ocenić zapomocą obliczenia ΣR_1 , zgodnie z wzorem na „moc figur”, przytoczonym na str. 5. W niektórych rodzajach triangulacji punkty pomocnicze ustala się z mniejszą dokładnością, aniżeli punkty sieci głównej.

Wyszczególnienie warunków dla rozmaitych rzędów pomiarów poziomych, stosowanych obecnie przez poszczególne organizacje pomiarowe, jest podane w poniższej tablicy.

Wyszczególnienie warunków do pomiarów poziomych.

	I rząd	II rząd	III rząd	IV rząd
TRIANGULACJA	Średni błąd zamknięcia trójkąta 1'', zgodność podstaw 1 : 25 000.	Średni błąd zamknięcia trójkąta 3'', zgodność podstaw 1 : 10 000.	Sredni błąd zamknięcia trójkąta 5'', zgodność podstaw 1 : 5 000.	Kąty graficzne lub naniesione przenośnikiem.
CIĄGI POLIGONOWE	Zgodność współrzędnych 1 : 25 000.	Zgodność współrzędnych 1 : 10 000.	Zgodność współrzędnych 1 : 5 000.	Pomiar długości przeprowadza się dalmierzem, taśmami i t. p.

Stosownie do przyjętego przez Federalną Radę Pomiarów i Map planu wykonywania zdjęć topograficznych St. Zj. w skali 1 cal / 1 mila (1 : 63 360), triangulacja i ciągi I rzędu powinny być przeprowadzone łańcuchami w odległości około 100 mil¹⁾ jeden od drugiego. Triangulacja i ciągi II rzędu mają dzielić teren pomiędzy łańcuchami I rzędu w ten sposób, ażeby żaden większy odcinek terenu nie był oddalony od punktu I lub II rzędu więcej niż o 25 mil²⁾. Pomiarzy III rzędu przeprowadzane są tak, aby gęstość punktów odpowiadała potrzebom topografii.

Wynik przyjęcia powyższej klasyfikacji razem z odpowiednimi warunkami dla każdego rzędu będzie bardzo doniosły ze względu na to, że każdy łańcuch triangulacyjny będzie sklasyfikowany odpowiednio do uzyskanej dokładności, niezależnie od instrukcji, stosowanej przy wykonywaniu pomiarów — wskutek czego uniknie się wielu niejasności.

Należy jednakże wspomnieć, że te dwa kryteria — zamknięcia trójkątów i zgodności długości podstaw — nie stanowią bezwzględnie jedynych kryteriów, które należałoby przyjąć. Może się np. zdarzyć, że przy szczęśliwym rozmieszczeniu błędów w krótkim łańcuchu otrzymamy niewielkie zamknięcia trójkątów nawet przy użyciu małego teodolitu. Możliwe jest również znaczne zmniejszenie zamknięć trójkątów przez odrzucenie odczytów, zbytnio się różniących od odczytu średniego. Może się też zdarzyć, że podobnie szczęśliwe rozmieszczenie błędów przy obliczaniu łańcucha trójkątów spowoduje mały

¹⁾ Około 160 km. (prz. tł.).

²⁾ Około 40 km. (prz. tł.).

błąd względny przy porównaniu podstaw obliczonej i pomierzonej. Najwłaściwiej byłoby wyznaczać dokładność triangulacji z prawdopodobnego błędu kierunku, ale wobec tego, że kryterjum to jest dla nas dostępne dopiero po wyrównaniu sieci, zamknięcia trójkątów i zgodność długości podstaw, jako możliwe do otrzymania z przybliżonego obliczenia, są kryterjami, jakie można najłatwiej osiągnąć w polu.

Celem zabezpieczenia żądanej dokładności w całej sieci triangulacyjnej, należy stosować instrumenty i metody, umożliwiające nam otrzymanie jaknajmniejszych błędów zarówno systematycznych, jak i przypadkowych na każdym odcinku sieci triangulacyjnej.

nie wolno przekraczać. Należy się starać, aby wartość R_1 i R_2 znajdowały się poniżej 15 dla „łańcucha pierwszej mocy”, i 50 dla „łańcucha drugiej mocy”, a ogólna wartość dla całej sieci nie powinna przekraczać tych granic więcej niż o 25%. Wartość R otrzymujemy wprost z „Tablicy do wyznaczania względnej mocy figur triangulacji” na str. 7.

W powyższym wzorze oba wyrazy

$$\frac{D-C}{D} \text{ i } \Sigma \left[\delta_A^2 + \delta_A \delta_B + \delta_B^2 \right]$$

zależą całkowicie od wyboru figur, a nie od dokładności pomiaru kątów.

Iloczyn tych dwu wyrazów jest wobec tego miarą mocy figury, zależną od długości jedynie o tyle, o ile moc figury zależy od wyboru punktów i kierunków. Metoda wyliczania mocy figur jest wyjaśniona na str. 7—8.

3. *Długości boków.* Jest rzeczą pożądaną, aby żaden bok triangulacji I rzędu poza siecią podstawową, nie był krótszy niż 5 km. w tym wypadku, kiedy ma być użyty przy obliczeniu długości w łańcuchu, t. zn. o ile leży naprzeciwko „kąta odległościowego”, użytego przy obliczeniu R . Poza to o ile chodzi o dokładność obserwacji, to niewiele zyskamy, biorąc boki dłuższe. Prócz minimum długości jeszcze dwa główne czynniki wpływają na wielkość figur sieci:

- 1) ogólny koszt rozpoznania, budowy i obserwacji,
- 2) ilość i dostępność określanych punktów.

Wpływ tych czynników niezawsze jest zgodny i wtedy należy wybrać schemat pośredni, budując stanowiska niezbyt odległe, pozwalające na obserwacje bez specjalnych instrumentów i lamp sygnałowych. Naogół jednakże boki triangulacji I rzędu nie powinny przekraczać 50 mil.

4. *Rozmieszczenie podstaw.* Jeżeli charakter terenu pozwala na wybór podstawy w sąsiedztwie dowolnego żądanego punktu, ΣR_1 pomiędzy podstawami w tym wypadku powinna wynosić około 80. Odpowiada to sieci, złożonej z 10 — 25 trójkątów, zależnie od mocy przyjętych figur. Przy figurach dużej mocy potrzeba będzie mniej podstaw, skutkiem czego zaoszczędzimy sobie pracy przy ich pomiarze. Jeżeli warunki topograficzne nie pozwalają na wybór podstawy w dowolnym żądanym punkcie, to ΣR_1 może dochodzić do 110¹⁾, ale nigdy nie powinna przekraczać tej wartości. Przy użyciu tej górnej granicy można się spodziewać konieczności pomierzenia podstawy pośredniej, gdyż o ile przeniesienie podstawy na sąsiednią daje różnicę większą, niż 1 : 25.000, to musimy pomierzyć podstawą pośrednią.

5. *Położenie podstawy i sieci podstawowe.* Przy wyborze miejsca na podstawę należy pamiętać, że może ona być pomierzona z wymaganą dokładnością na każdym miejscu, gdzie pochylenie na długości 50-metrowej taśmy nie przekracza 10%; wąskie doliny i zagłębienia o szerokości w kierunku pomiaru nieprzekraczającej 50 m., nie stanowią przeszkód przy pomiarze. Długość podstawy nie może być mniejsza niż 4 km. W sieciach podstaw należy się starać osiągnąć możliwie jaknajlepsze warunki geometryczne. Należy bez wahania umieszczać podstawę na terenie nierównym, z warunkiem jednakże aby nierówności terenu nie przekraczały wskazanej powyżej granicy, o ile tylko w ten sposób polepszamy warunki geometryczne sieci. Długość sieci podstawy nie powinna przekraczać długości dwu figur sieci głównej pomiędzy podstawami. Sieć podstawową możemy wzmocnić przez zaobserwowanie wszystkich możliwych kierunków, o ile to nie powoduje nadmiernych kosztów budowy lub przecinania przesiek dla uzyskania celowych. Przy takim sposobie wzmocniania sieci podstawowej należy postępować ostrożnie, aby nie skomplikować zbytnio figury, gdyż wtedy wyrównanie spowoduje wiele trudności i straty czasu.

OBLICZANIE MOCY FIGURY.

W poniższej tablicy podane są wartości

$$\left[\delta_A^2 + \delta_A \delta_B + \delta_B^2 \right]$$

w jednostkach szóstego miejsca logarytmu. Argumentami tablicy są kąty odległościowe podane w stopniach, mniejszy kąt podany jest

¹⁾ Granice te zamieniają poprzednie granice 100 i 130, podawane w dawniejszych przepisach.

u góry. Kąty odległościowe są to kąty przeciwległe do boku danego i do boku szukanego. δ_A , δ_B są to różnice logarytmiczne sinusa, odpowiadające 1" kątów odległościowych A i B.

Tablica do wyznaczania względnej mocy figur przy triangulacji

	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	
10	428	359																						
12	359	295	253																					
14	315	253	214	187																				
16	284	225	187	162	143																			
18	262	204	168	143	123	113																		
20	245	189	153	130	113	100	91																	
22	232	177	142	119	103	91	81	74																
24	221	167	134	111	95	83	74	67	61															
26	213	160	126	104	89	77	68	61	56	51														
28	206	153	120	99	83	72	63	57	51	47	43													
30	199	148	119	94	79	68	59	53	48	43	40	33												
35	188	137	106	85	71	60	52	46	41	37	33	27	23											
40	179	129	99	79	65	54	47	41	36	32	29	23	19	16										
45	172	124	93	74	60	50	43	37	32	28	25	20	16	13	11									
50	167	119	89	70	57	47	39	34	29	26	23	18	14	11	9	8								
55	162	115	86	67	54	44	37	32	27	24	21	16	12	10	8	7	5							
60	159	112	83	64	51	42	35	30	25	22	19	14	11	9	7	5	4	4						
65	155	109	80	62	49	40	33	28	24	21	18	13	10	7	6	5	4	3	2					
70	152	106	78	60	48	38	32	27	23	19	17	12	9	7	5	4	3	2	2	1				
75	150	104	76	58	46	37	30	25	21	18	16	11	8	6	4	3	2	2	1	1	1			
80	147	102	74	57	45	36	29	24	20	17	15	10	7	5	4	3	2	1	1	1	0	0		
85	145	100	73	55	43	34	28	23	19	16	14	10	7	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0	
90	143	98	71	54	42	33	27	22	19	16	13	9	6	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	
95	140	96	70	53	41	32	26	22	18	15	13	9	6	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	
100	138	95	68	51	40	31	25	21	17	14	12	8	6	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	
105	136	93	67	50	39	30	25	20	17	14	12	8	5	4	2	2	1	1	0	0				
110	134	91	65	49	38	30	24	19	16	14	11	7	5	3	2	2	1	1	1					
115	132	89	64	48	37	29	23	19	15	13	11	7	5	3	2	2	1	1						
120	129	88	62	46	36	28	22	18	15	12	10	7	5	3	2	2	1							
125	127	86	61	45	35	27	22	18	14	12	10	7	5	4	3	2								
130	125	84	59	44	34	26	21	17	14	12	10	7	5	4	3									
135	122	82	58	43	33	26	21	17	14	12	10	7	5	4										
140	119	80	56	42	32	25	20	17	14	12	10	8												
145	116	77	55	41	32	25	21	17	15	13	11	9												
150	112	75	54	40	32	26	21	18	16	15	13													
152	111	75	53	40	32	26	22	19	17	16														
154	110	74	53	41	33	27	23	21	19															
156	108	74	54	42	34	28	25	22																
158	107	74	54	43	35	30	27																	
160	107	74	56	45	38	33																		
162	107	76	59	48	42																			
164	109	79	63	54																				
166	113	86	71																					
168	122	98																						
170	143																							

SPOSÓB UŻYCIA TABLICY.

Celem porównania dwu figur, czy to czworoboków, czy wieloboków o punkcie centralnym, ze względu na dokładność przeniesienia boku, postępujemy w następujący sposób:

- dla całego łańcucha triangulacyjnego bierzemy z każdej figury kąt odległościowe, zaokrąglone do 1°, oddzielnie dla łańcucha

- „pierwszej mocy” i „drugiej mocy”. Łańcuchy te wybieramy z początku według własnej oceny (na podstawie kształtu trójkątów) i sprawdzamy później przez wzajemne porównanie;
- b) dla kątów odległościowych każdego trójkąta obu łańcuchów bierzemy wartości, podane w tablicy;
- c) tworzymy sumę tablicznych wartości oddzielnie dla każdego rodzaju figury łańcucha „pierwszej mocy” i „drugiej mocy”;
- d) mnożymy każdą z tych sum przez współczynnik $\frac{D-C}{C}$ dla danego rodzaju figur, gdzie D — jest ilością kierunków zaobserwowanych, a C — ilością warunków, które musi spełnić dana figura. Otrzymaną w ten sposób wartość

$$\frac{D-C}{D} \Sigma [\delta_A^2 + \delta_A \delta_B + \delta_B^2]$$

- nazywać będziemy R_1 względnie R_2 — stosownie do mocy łańcucha;
- e) moc figur zależna jest głównie od łańcucha „pierwszej mocy”, przez nią przechodzącego; im większe jest R_1 , tem większa jest moc figury. Od łańcucha „drugiej mocy” zależy ona już tylko w mniejszym stopniu, a od innych słabszych i stosunkowo mniej niezależnych łańcuchów zależność ta jest bardzo mała.

Przy wyborze figur powinna rozstrzygać klasyfikacja na podstawie przechodzących przez nie łańcuchów „pierwszej mocy”, tylko w wypadku, gdy łańcuchy „pierwszej mocy” są sobie prawie równe pod względem mocy, a łańcuchy „drugiej mocy”, przechodzące przez te figury, różnią się znacznie co do swej mocy, przeprowadzamy klasyfikację na podstawie łańcuchów „drugiej mocy”.

NIEKTÓRE WARTOŚCI $\frac{D-C}{D}$.

Bok wyjściowy uważamy za wielkość stałą.

Dla trójkąta $\frac{D-C}{D} = \frac{4-1}{4} = 0.75$.

Dla czworoboku zupełnego $\frac{10-4}{10} = 0.60$.

Dla czworoboku o punkcie wciętych na boku wyjściowym $\frac{8-2}{8} = 0.75$.

Dla czworoboku o punkcie wciętych na innym boku $\frac{7-2}{7} = 0.71$.

Dla trójkąta o punkcie centralnym $\frac{10-4}{10} = 0.60$.

Dla trójkąta o punkcie centralnym, posiadającego punkt wcięty na boku wyjściowym $\frac{8-2}{8} = 0.75$.

Dla trójkąta o punkcie centralnym, posiadającego punkt wcięty na innym boku $\frac{7-2}{7} = 0.71$.

Dla czworoboku o punkcie centralnym $\frac{14-5}{14} = 0.64$,
 wcięty punkt narożny na boku wyjściowym $\frac{12-3}{12} = 0.75$,
 wcięty punkt narożny na innym boku $\frac{11-3}{11} = 0.73$,
 wcięty punkt centralny nie na boku wyjściowym $\frac{10-2}{10} = 0.80$,
 obserwowana także jedna przekątna $\frac{16-7}{16} = 0.56$,
 wcięty punkt nie na boku wyjściowym, obserwowana jedna
 przekątna $\frac{12-4}{12} = 0.67$.

Pięciobok o punkcie centralnym:

wszystkie punkty — stanowiska $\frac{18-6}{18} = 0.67$,
 wcięty punkt na zewnętrznym boku wyjściowym $\frac{16-4}{16} = 0.75$,
 wcięty punkt na innym boku zewnętrznym $\frac{15-4}{15} = 0.73$,
 wcięty punkt centralny nie na boku wyjściowym $\frac{13-2}{13} = 0.85$.

Sześciobok o punkcie centralnym:

wszystkie punkty — stanowiska $\frac{22-7}{22} = 0.68$,
 wcięty jeden punkt zewnętrzny na boku wyjściowym $\frac{20-5}{20} = 0.75$,
 wcięty jeden punkt zewnątrz. nie na boku wyjściow. $\frac{19-5}{19} = 0.74$,
 wcięty punkt centralny nie na boku wyjściowym $\frac{16-2}{16} = 0.88$.

Celem wyjaśnienia użycia powyższej tablicy rozpatrzmy R_1 i R_2 z fig. 14, str. 13. Przypuśćmy, że obliczamy długości w kierunku od boku dolnego ku górnemu. Znajdujemy, że najmniejsze R , t. j. R_1 dla tej figury, możemy otrzymać, przechodząc przez trzy najlepsze pod względem kształtu trójkąty dokoła punktu centralnego. Następną co do wielkości wartość R , t. j. R_2 otrzymamy, przechodząc przez dwa trójkąty, utworzone przez przekątną. R_2 możemy łatwo obliczyć w następujący sposób: kąty odległościowe przy przejściu od znanego boku do przekątnej wynoszą 89° i 27° . Dla tych wielkości otrzymamy z tablicy współczynnik 17,5. Podobnie przy przejściu od przekątnej do boku górnego, kąta odległościowe będą 91° i 26° i odpowiadający im współczynnik tabliczny wynosi 18,8. Suma obu współczynników wynosi 36,3. Gdyby punkt centralny był stanowiskiem, to

$$\frac{D-C}{D} = 0,56, \text{ więc } R_2 = 36,3 \cdot 0,56 = 20.$$

Przy punkcie centralnym wciętym, jak na fig. 14:

$$\frac{D-C}{D} = 0,67, \text{ a } R_2 = 36,3 \cdot 0,67 = 24,$$

jak podano na rysunku.

R_1 możemy obliczyć również w podobny sposób, biorąc kąty odległościowe trzech najlepszych trójkątów dokoła punktu centralnego.

PRZYKŁADY ROZMAITYCH FIGUR TRIANGULACYJNYCH.

Poniższe 14 figur zostały podane dla wyjaśnienia pewnych zasad, których należy przestrzegać przy wyborze figur dużej mocy oraz dla wyjaśnienia użycia tablicy mocy figur.

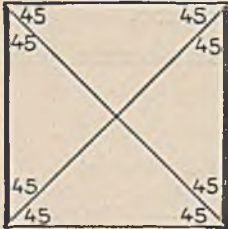


Fig. 1. Wszystkie punkty są stanowiskami instrumentu. $R_1 = 5$
 $R_2 = 5$

Jeden punkt wyznaczony wcięciem.

$$R_1 = 6$$

$$R_2 = 6$$



Fig. 2. Wszystkie punkty — stanowiska $R_1 = 1$
 $R_2 = 1$

Jeden punkt wyznaczony wcięciem.

$$R_1 = 2$$

$$R_2 = 2$$



Fig. 3. Wszystkie punkty — stanowiska. $R_1 = 22$
 $R_2 = 22$

Jeden punkt wyznaczony wcięciem.

$$R_1 = 27$$

$$R_2 = 27$$



Fig. 4. Wszystkie punkty — stanowiska.

$$R_1 = 1$$

$$R_2 = 2$$

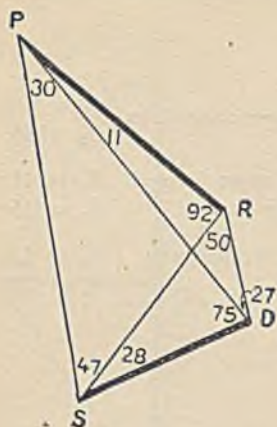
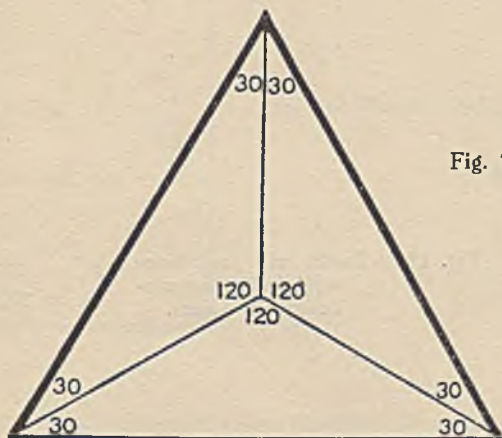


Fig. 5. Wszystkie punkty — stanowiska.

$$R_1 = 10$$

$$R_2 = 12$$

Fig. 6. Wszystkie punkty — stanowiska. $R_1 = 164$ (w przybliż.)
 $R_2 = 176$ (w przybliż.)Fig. 7. Wszystkie punkty — stanowiska. $R_1 = 2$
 $R_2 = 12$

Jeden punkt zewnętrzny na boku wyjściowym wyznaczony wcięciem. $R_1 = 3$
 $R_2 = 15$

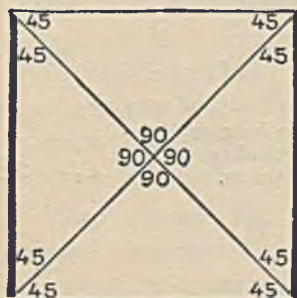


Fig. 8. Wszystkie punkty — stanowiska.

$$R_1 = 13$$

$$R_2 = 13$$

Jeden z punktów zewnętrznych wyznaczony wcięciem. $R_1 = 16$
 $R_2 = 16$

Punkt centralny wyznaczony wcięciem. $R_1 = 17$
 $R_2 = 17$

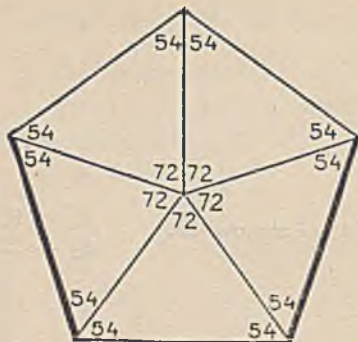


Fig. 9. Wszystkie punkty — stanowiska. $R_1 = 10$
 $R_2 = 15$

Jeden z punktów zewnętrznych
wyznaczony wcięciem. $R_1 = 11$
 $R_2 = 16$

Punkt centralny wyznaczony
wcięciem. $R_1 = 13$
 $R_2 = 19$

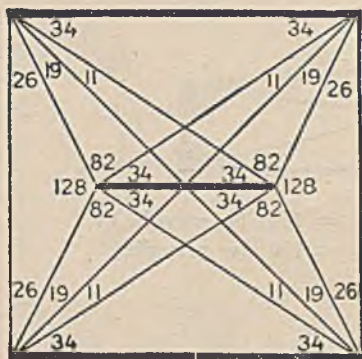


Fig. 10. Wszystkie punkty — stanowiska. $R_1 = 5$
 $R_2 = 5$

$$\frac{D - C}{D} = \frac{28 - 16}{28} = 0.43.$$

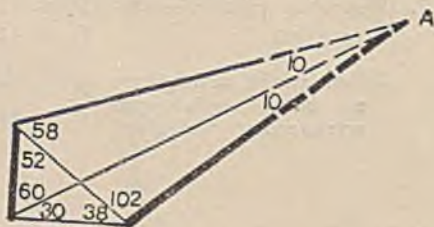


Fig. 11. Punkt nie na boku
wyjściowym wyznaczo-
ny wcięciem. $R_1 = 36$
 $R_2 = 102$



Fig. 12. Punkt przecięcia boku wyjściowego i boku szukanego wyznaczonego wcięciem. $R_1 = 4$
 $R_2 = 20$

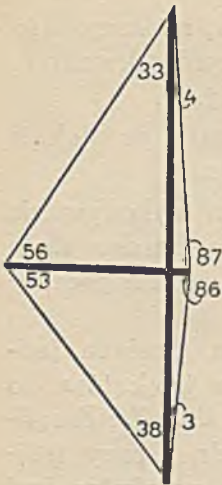


Fig. 13. Wszystkie punkty — stanowiska.
(Figura o dużej mocy, pozwalająca na szybkie rozwinięcie).

$$R_1 = 9$$

$$R_2 = 9$$

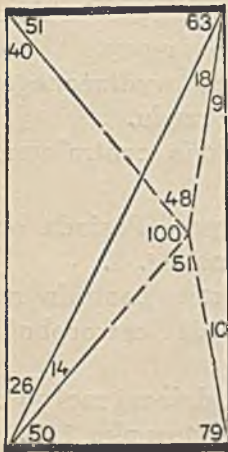


Fig. 14. Punkt centralny wyznaczony wcięciem.

$$R_1 = 18$$

$$R_2 = 24$$

Na powyższych rysunkach bok wyjściowy, którego długość uważamy za stałą, oraz bok szukany, są zaznaczone grubszymi linjami. Dowolna z tych grubszych linii może być uważana za bok wyjściowy, a druga za bok szukany. Naprzeciwko każdej figury podane jest R_1 i R_2 według tablicy na str. 7. Im mniejsza jest wartość R_1 , tem figura posiada większą moc. R_2 nie potrzebuje być brane pod uwagę przy porównywaniu figur, za wyjątkiem wypadku, gdy wartości R_1 będą równe lub sobie bliskie.

Porównajmy fig. 1, 2 i 3. Fig. 1 przedstawia kwadrat, fig. 2 prostokąt, którego długość, licząc w kierunku wykonywania obliczeń jest 2 razy mniejsza, niż szerokość, fig. 3 prostokąt, którego długość

w kierunku wykonywania obliczeń jest 2 razy większa, niż szerokość. Porównanie R_1 w figurach 1 i 2 wskazuje, że skrócenie kwadratu w kierunku wykonywania obliczeń powiększa moc figury.

Porównanie figur 1 i 3 wskazuje, że wydłużenie prostokąta w kierunku wykonywania obliczeń zmniejsza jego moc.

Fig. 4, podobnie jak fig. 2, jest krótka w kierunku wykonywania obliczeń. Takie krótkie czworoboki wogóle posiadają bardzo dużą moc, nawet zniekształcone z formy prostokątnej, lecz są one nieekonomiczne ze względu na powolność pracy.

Fig. 5 jest mocno zniekształconym czworobokiem, posiada jednakże jeszcze względnie dużą moc. Najlepsza para trójkątów do obliczenia długości boku przez tę figurę jest DSR i RSP . Zasadniczo, jedna z przekątnych jest wspólnym bokiem jednej pary trójkątów, stanowiących najkorzystniejszą parę, a druga przekątna jest wspólnym bokiem dla gorszej pary. W wyjątkowym wypadku, przedstawionym na fig. 5, bok czworokąta jest wspólnym bokiem gorszej pary trójkątów, wchodzącej do łańcucha drugiej mocy.

Fig. 6 daje nam przykład czworoboku tak bardzo wydłużonego, że nie można go użyć do triangulacji jakiegokolwiek rzędu.

Fig. 7 przedstawia trójkąt równoboczny o punkcie centralnym. Jest to figura wyjątkowej mocy.

Fig. 8 przedstawia kwadrat o punkcie centralnym. Posiada on znacznie mniejszą moc, niż kwadrat, przedstawiony na fig. 1.

Fig. 9 przedstawia pięciobok foremny o punkcie centralnym. Zauważmy, że posiada on znacznie mniejszą moc, niż czworoboki fig. 1, 2 lub 4.

Fig. 10 daje dobry przykład figury dużej mocy, dającej możliwość szybkiego rozwinięcia podstawy. Rozwinięcie jest w stosunku 1:2.

Fig. 11 i 12 wskazuje nam metodę, stosowaną przy triangulacji II i III rzędu, kiedy punkt (A) , na którym nie można ustawić instrumentu, może być jednak użyty, jako punkt zamknięcia pewnych figur.

Niektóre figury, podane powyżej nie mogą być użyte przy triangulacji I rzędu ze względu na zbyt małą moc, ale dla wyjaśnienia wymaganych zasad zostały one przytoczone razem z figurami, które nadają się do zastosowania.

Zmiany. Dla prawidłowej interpretacji poprzednich szczegółów rozpoznania należy sobie uświadomić, że zostały one umieszczone dla spełnienia wyłącznie jednego tylko zadania—umożliwienia triangulatorowi określenia długości boków łańcucha triangulacyjnego sposobem najszybszym i najtańszym przy równoczesnym osiągnięciu wymaganej dokładności. Sposób ten zadawała wymagania długich łańcuchów

triangulacyjnych w większym stopniu, niż sieci triangulacyjnych powierzchniowych. Jednakże bardzo łatwo jest przez zmianę odpowiednich warunków dostosować je do innych wymagań. Naprzykład, przy krótkich łańcuchach dopuszczalne jest użycie łańcucha trójkątów zamiast figur, pozwalających na dwie lub więcej dróg przeniesienia boku. Jeżeli chcemy pokryć punktami triangulacyjnymi większy teren, wtedy zamiast ograniczać się do badania kątów odległościowych i ΣR_1 oraz ΣR_2 , obserwator powinien zwrócić uwagę na umieszczenie boków o właściwej mocy w sposób najlepiej pozwalający na wykorzystanie ich przez topografów i innych inżynierów.

NAWIĄZANIE DO ISTNIEJĄCYCH SIECI TRIANGULACYJNYCH.

Przy nawiązywaniu do istniejących sieci triangulacyjnych I lub II rzędu, należy zważyć, aby bok nawiązania posiadał odpowiednią moc, a także, aby z obu końców boku nawiązania zaobserwować jeden punkt istniejącej sieci. W wypadku, gdy kąty pomierzone zgadają się ze starymi, mamy pewność, że jesteśmy na prawdziwym punkcie. Zwłaszcza przy nawiązywaniu do sieci III rzędu lepiej jest nawiązywać do boku, aniżeli do jednego punktu, gdyż porównanie wspólnego boku obu sieci triangulacyjnych, da nam ważne dane do wyrównania sieci niższego rzędu.

Nawiązanie jedynie do punktu, t. j. do współrzędnych i azymutu, lub do współrzędnych i kierunku, zaobserwowanego z tego punktu na jeden ze starych punktów, można czasami stosować z korzyścią na punktach pośrednich pomiędzy nawiązaniem do boków starej sieci. Jeżeli jednak bok nawiązania jest przeciwległy do gorszego kąta starej sieci, to porównanie długości mieć będzie niewielką wartość.

ROZDZIAŁ II.

TRIANGULACJA I RZĘDU.

INSTRUKCJA OGÓLNA TRIANGULACJI I RZĘDU.

Przytoczona poniżej treściwa instrukcja triangulacji I rzędu została zatwierdzona przez szefa Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych 21 września 1925 r. W ogólnych zasadach mała się ona różni od instrukcji, zatwierdzonej przez szefa Służby Pomiarów w roku 1905, drukowanej po raz pierwszy na str. 170 — 174 dodatku Nr. 4 do rocznego sprawozdania za rok 1911.

„Poniższa instrukcja triangulacji I rzędu unieważnia wszystkie poprzednie instrukcje tego rodzaju.

1. *Instrumenty.* Przy triangulacji I rzędu należy używać zasadniczo instrumentu kierunkowego o najwyższej dokładności. Teodolitu powtarzającego (repetycyjnego), można używać jedynie na punktach, na których użycie instrumentu kierunkowego nastęrcza trudności, albo też w razie chwiejności stanowiska instrumentu, kiedy ruch obserwatora może spowodować odchyłkę instrumentu w azymucie. Zachodzi to zwykle na stanowiskach, urządzonych na budowach stałych.

2. *Położenia limbusa, teodolit kierunkowy.* Pomiar kierunku poziomego jakiegokolwiek punktu, od pewnego obranego punktu początkowego polega na odczytaniu kąta na limbusie w obu położeniach lunety przy ustawieniu kierunku na punkt początkowy mniej więcej na jeden z odczytów limbusa, podanych w poniższych tablicach. Wybór jednej z tablic zależy od ilości poczetów oraz ilości mikroskopów przy teodolicie. Te nastawienia limbusa wybrane są w ten sposób, aby rozłożyć odczyty mikrometrów jednostajnie na cały obwód limbusa dla każdej serji kierunków.

Nastawienia limbusa przy 8 poczetach.

Teodolit o trzech mikroskopach			Teodolit o dwóch mikroskopach		
Nr. poczetu	Nastawienie limbusa		Nr. poczetu	Nastawienie limbusa	
	o	' "		o	' "
1	0	00 40	1	0	00 40
2	15	01 50	2	22	01 50
3	30	03 10	3	45	03 10
4	45	04 20	4	67	04 20
5	52	00 40	5	90	00 40
6	67	01 50	6	112	01 50
7	82	03 10	7	135	03 10
8	97	04 20	8	157	04 20

Nastawienia limbusa przy 16 poczetach.

Teodolit o trzech mikroskopach			Teodolit o dwóch mikroskopach				
Nr. poczetu	Nastawienie limbusa			Nr. poczetu	Nastawienie limbusa		
	0	'	"		0	'	"
1	0	00	40	1	0	00	40
2	15	01	50	2	11	01	50
3	30	03	10	3	22	03	10
4	45	04	20	4	33	04	20
5	64	00	40	5	45	00	40
6	79	01	50	6	56	01	50
7	94	03	10	7	67	03	10
8	109	04	20	8	78	04	20
9	128	00	40	9	90	00	40
10	143	01	50	10	101	01	50
11	158	03	10	11	112	03	10
12	173	04	20	12	123	04	20
13	192	00	40	13	135	00	40
14	207	01	50	14	146	01	50
15	222	03	10	15	157	03	10
16	237	04	20	16	168	04	20

3. Jeżeli obserwujemy niepełną serję, kierunki opuszczone powinny być zaobserwowane później łącznie z obranym kierunkiem początkowym lub z jakimkolwiek innym i przytem tylko jednym kierunkiem, już zaobserwowanym w danej serji. Przy tym systemie obserwacji nie jest potrzebne wyrównanie stanowiska. Mało czasu traci się na oczekiwanie sygnału świetlnego. Gdy sygnału nie widać, przypuścmy po jednej minucie oczekiwania, celujemy na następny punkt. Oszczędność na czasie polega na zaobserwowaniu większości lub wszystkich kierunków serji pod warunkiem nieczekania długiego na sygnały świetlne, a nie naodwrot.

4. Gdy nowy punkt początkowy jest użyty dla wszystkich poczetów jednego lub kilku kierunków, można użyć nastawień limbusa według tablic podanych powyżej, lecz gdy nowy punkt początkowy jest użyty jedynie dla dopełnienia serji kierunków, to do każdego nastawienia, wziętego z tablicy, należy dodać kąt pomiędzy starym i nowym kierunkiem początkowym, a to w tym celu, ażeby odczyty kierunków zostały właściwie rozłożone na limbuse.

5. Odczyty limbusa, podane w tablicach, nastawiamy przy teodolicie o 3 mikroskopach na mikroskopy odczytowy¹⁾, przy instrumencie dwumikroskopowym — na mikroskop A. Podczas odczytów przy drugim położeniu lunety, nastawienie limbusa odpowiednio do tablicy wymaga obrotu koła prawie o 180°. Powoduje to utrzymanie limbusa w jednakowej temperaturze, choćby nawet warunki temperatury z różnych stron instrumentu były niejednakowe.

6. *Ilość obserwacji, sieć główna, instrument kierunkowy.* W sieci głównej mierzymy zasadniczo każdy kierunek 16 razy (w 16 poczetach), jednakże ilość ta może być zredukowana przy jednym lub więcej kierunkach do 12, w razie gdy otrzymujemy prawidłowe zamknięcia trójkątów, lub gdy na uzupełnienie brakującego kierunku musieliśmy stracić jeden lub więcej dni.

¹⁾ Patrz ustęp o rektyfikacji mikroskopu odczytowego. (prz. tł.).

7. *Ilość obserwacji na punktach II rzędu, instrument kierunkowy.* Na punktach II rzędu mierzymy kierunki w 4 do 8 początkach. Gdy stosujemy 4 początki, nastawienia limbusa będą takie same, jak cztery pierwsze w podanych powyżej tablicach dla odpowiednich typów instrumentów. Boki wyjściowe dla triangulacji III rzędu, lub punkty, służące za punkty wyjścia dla sieci III rzędu, muszą być obserwowane z dokładnością II rzędu. Taka sama dokładność powinna być stosowana przy nawiązaniu do stanowych znaków granicznych.

8. *Ilość obserwacji przy wcinaniu punktów, instrument kierunkowy.* Punkt wcięty jest to punkt, określony zapomocą wcięcia wprzód. W tej instrukcji określenie to ma znaczenie nieco ciaśniejsze i oznacza punkt, „wyznaczony zapomocą wcięcia wprzód z dokładnością III rzędu. Kierunki na punkty wcięte mierzone są dwukrotnie w dwóch dowolnych położeniach limbusa, biorąc za początkowy kierunek na punkt sieci głównej. Ważną jest rzeczą wciąć punkt z trzech punktów, w celu możności skontrolowania jego położenia, lecz nie należy pomijać wcięcia nawet w wypadku, gdy wcięcie jest możliwe tylko z dwóch punktów.

9. *Warunki obserwacji.* Przy wyborze warunków obserwacji sieci triangulacyjnej należy przyjąć za podstawę zasadnicze wymagania stawiane triangulacji, t. j. najwyższą wydajność i osiągnięcie przepisanych zamknięć trójkątów. Uzyskanie przepisanych zamknięć trójkątów łącznie z wypełnieniem innych podanych w tej instrukcji wymagań, dotyczących niezbędnej mocy figur i wzajemnej odległości podstaw, będzie dostateczne dla zapewnienia nam błędu względnego długości podstawy, nie przekraczającego 1:100 000 (jest to stosunek różnicy pomiędzy długością podstawy, pomierzoną bezpośrednio, a obliczoną z poprzedniej przez łańcuch triangulacyjny, do długości podstawy), jak również uzyskanie pomiędzy długością prawdziwą i wyrównaną jakiegokolwiek boku łańcucha pomiędzy podstawami różnicy nie przekraczającej 1:25 000.

10. *Utrwalanie punktów.* Każdy punkt triangulacyjny, nie będący budowlą stałą, jak latarnia morska, wieża kościelna i t. d., musi być utrwalony zgodnie z przepisami podanymi na str. 20 — 23. Kierownik partii powinien się osobiście przekonać, czy punkty utrwalono zgodnie z temi przepisami.

11. *Metody obserwacji teodolitem powtarzającym.* W razie konieczności użycia do triangulacji I rzędu teodolitu powtarzającego, obserwacji dokonuje się w serjach, składających się z 6 powtórzeń kąta w pierwszym (lub drugim) położeniu lunety i z następujących bezpośrednio za nimi 6 powtórzeń w drugim (lub pierwszym) położeniu lunety kąta uzupełniającego do 360°. Początkowy odczyt każdej serji powinien być dokonywany na różnych częściach limbusa. Kąt, o który należy przestawiać limbus, otrzymujemy, dzieląc 180° przez ilość seryj, wobec tego że używamy zwykle teodolitu o 2 mikroskopach lub 2 nonjuszach. Przy instrumentach nonjuszowych należy do tego kąta dodać wartość najmniejszej podziałki limbusa, podzieloną przez ilość seryj, celem usunięcia błędu podziałki nonjusza. W ten sposób przy podziale limbusa co 5' i 5 serjach, kolejne nastawienia limbusa będą: 0° 00' 00", 36° 01' 00", 72° 02' 00", 108° 03' 00" i 144° 04' 00". Mierzymy jedynie pojedyncze kąty pomiędzy sąsiednimi bokami sieci głównej oraz kąty uzupełniające do 360°. Przy tym planie obserwacji wyrównanie stanowiska jest niepotrzebne, za wyjątkiem zwykłego rozrządzenia błędu zamknięcia horyzontu pomiędzy pomierzone kąty. Jeżeli wskutek opuszczenia jednego lub kilku kierunków (wobec niewidoczności sygnałów w czasie pomiarów), musimy mierzyć kąty dwukrotnie, to należy przeprowadzić redukcję kierunków, jak opisano na str. dalszych. Kąty pomiędzy punktami o dokładności II rzędu, mierzymy w ten sam sposób, jak podano wyżej; powinny one być związane z jednym i tylko jednym kierunkiem sieci głównej. Na punktach o dokładności II rzędu, nie należy przeprowadzać obserwacji, wprowadzających poza warunkiem horyzontu inne jeszcze warunki.

12. *Ilość obserwacji teodolitem powtarzającym.* Ze względu na różnorodny stopień dokładności używanych typów teodolitów powtarzających, ustalenie ilości seryj w instrukcji ogólnej jest niemożliwe. O ile taki właśnie instrument jest używany, podaje się specjalną instrukcję, co do ilości seryj dla każdego poszczególnego typu oraz granice, poza którymi odczyty należy odrzucać.

13. *Odrzucanie obserwacji, instrument kierunkowy.* O ile pewien odczyt serji różni się od średniej wartości więcej niż o 4", to odczyt ten odrzucamy. (Wskazówki o łączeniu 2 lub więcej pomiarów kierunku są podane w dalszym ciągu).

14. *Wartość punktów wciętych.* Przy wyborze punktów, określanych zapomocą wcięcia wprzód, należy sobie uświadomić, że wartość geograficzna sieci triangulacyjnej zależy od ilości określonych punktów, rozmieszczenia ich na terenie oraz od ich trwa-

łości. Wartość geograficzna triangulacji pewnego obszaru jest w znacznej części stracona, gdy punktów w terenie nie można odnaleźć. Możliwość odnalezienia punktów wzrasta zarówno ze wzrostem ich ilości, jak i lepszego utrwalenia. Te względy powinny skłaniać nas do wyznaczania metodą wcięć jaknajwiększej ilości budowli o charakterze stałym, takich jak latarnie morskie, wieże kościelne, kopuły, wieże i wysokie kominy, jak również określenia dodatkowych, umyślnie utrwalonych punktów, gdzie to okaze się niezbędne, celem dostarczenia odpowiedniej ilości punktów oparcia dla zwykłych potrzeb pomiarów szczegółowych. W czasie niesprzyjających warunków atmosferycznych, wyznaczenie tych punktów wymagać będzie znacznego wysiłku dla wykorzystania czasu najlepszej widoczności, t. j. wczesnym rankiem lub przed wieczorem. Gęstość tych punktów winna być taka, ażeby triangulator nie potrzebował używać specjalnych instrumentów dla nawiązania swoich pomiarów do punktów sieci triangulacyjnej. Gdzie figury sieci triangulacyjnej są wielkich wymiarów, należy projektować punkty pośrednie, które mogą być wykorzystane dla wyznaczenia dostatecznej ilości punktów zapomocą wcięć. Specjalnie godne jest polecenia umieszczanie punktów pośrednich nazwanąz sieci głównej w celu powiększenia obszaru, pokrytego siecią triangulacyjną.

15. *Graniczniki sekcij zdjęć katastralnych i znaki innych urzędów pomiarowych.* Należy często nawiązywać się do znaków granicznych na rogach sekcij Państwowego Urzędu Katastralnego oraz do znaków triangulacyjnych innych urzędów pomiarowych, zarówno stanowych, jak i prywatnych. Nawiązania takie należy robić z dokładnością III rzędu i gdzie to jest możliwe, przeprowadzić pomiary kontrolne. Inżynierowie katastralni czasami stosowali na znakach granicznych, które miały służyć za punkty nawiązania, specjalne urządzenia, ułatwiające odnalezienie ich i rozpoznanie, lecz tam, gdzie to nie jest wykonane, należy zastosować wszelkie środki, by odnaleźć sekcyjny znak graniczny. Opis punktu winien zawierać dokładnie zaznaczony stan, w jakim go znaleziono. Nawiązanie do tego rodzaju znaków może być zrobione albo zapomocą triangulacji, albo przez pomierzenie odległości i kierunku.

16. *Niwelacja trygonometryczna.* Głównym celem pomiaru odległości zenitalnych jest dostarczenie elementów redukcji linii triangulacyjnych na poziom morza, lub obliczenia na podstawie długości linii zredukowanej na poziom morza, jej długości na wysokości średniej jej końców (patrz dalej), gdyż zdjęcie kraju doszło już do takiego stopnia rozwoju, że przybliżone wysokości, otrzymywane z niwelacji trygonometrycznej, posiadają zwykle niewielką wartość geograficzną. Z tych względów dokonywać należy jedynie pomiarów odległości zenitalnych tylko wtedy, gdy są one potrzebne do podanego powyżej celu.

Pożądaną rzeczą jest mierzenie odległości zenitalnych instrumentem o średnicy koła pionowego conajmniej 15 cm z dokładnością odczytu 10", jednak w razie braku takiego instrumentu można użyć innego o mniejszej dokładności. Gorszym instrumentem musimy wykonać więcej obserwacji, niż podano poniżej. Na każdym punkcie sieci głównej muszą być zrobione w ciągu conajmniej dwóch dni po dwa pomiary dziennie, każdy składający się z obserwacji przy kole prawem i kole lewem, o ile partja pozostaje na punkcie w przeciągu tego czasu. Jeżeli dwa pomiary jednego dnia po wprowadzeniu poprawki poziomnicy nie zgadzają się na 15", to należy przeprowadzić dodatkowy pomiar. Przy obserwacjach na punktach niższych rzędów pomiary przeprowadzamy w ciągu jednego dnia, zgodność jednak musimy otrzymać taką samą, jak na punktach sieci głównej. Obserwacje należy przeprowadzać pomiędzy godziną 12 i 16, gdyż wtedy refrakcja jest mniejsza i bardziej stała. Dla uniknięcia zwłok, możemy jednak przeprowadzać obserwacje o którejkolwiek porze dnia lub nawet w nocy; jednakże o ile obserwacje odległości zenitalnych przeprowadzono nocą, należy je także przeprowadzić na jednym lub lepiej na dwóch punktach, na których dokonywano obserwacji dziennych. Metodę tę stosuje się w celu odnalezienia różnicy refrakcji w dzień i w nocy; a różnicę otrzymaną wprowadzamy, jako poprawkę przy obserwacjach nocnych. Jeżeli teren (grunt) przy oddalonym punkcie jest dobrze widoczny w ciągu godzin stosunkowo stałej refrakcji, znacznie dokładniejsze wyniki dadzą obserwacje samego terenu, aniżeli pomiary nocne sygnału, ze względu na to, że refrakcja w nocy jest bardzo zmienna.

Obserwacje odległości zenitalnych mogą być przeprowadzone na jednym boku każdej figury pod warunkiem otrzymania z pozostałych boków kontroli pomiaru wysokości, obliczanej przez figurę. Bok obserwowany tylko jednostronnie posiada bardzo małą wartość. Ze względu na bardzo znaczne nagromadzenie błędów przy trygonometrycznym pomiarze wysokości należy co 150—300 mił przeprowadzać nawiązanie do reperów niwelacyjnych.

ZNAKI STACYJNE POMIARÓW POZIOMYCH.

Poniżej podajemy zasadnicze przepisy, dotyczące znaków stacyjnych punktów triangulacyjnych oraz znaków odniesienia.

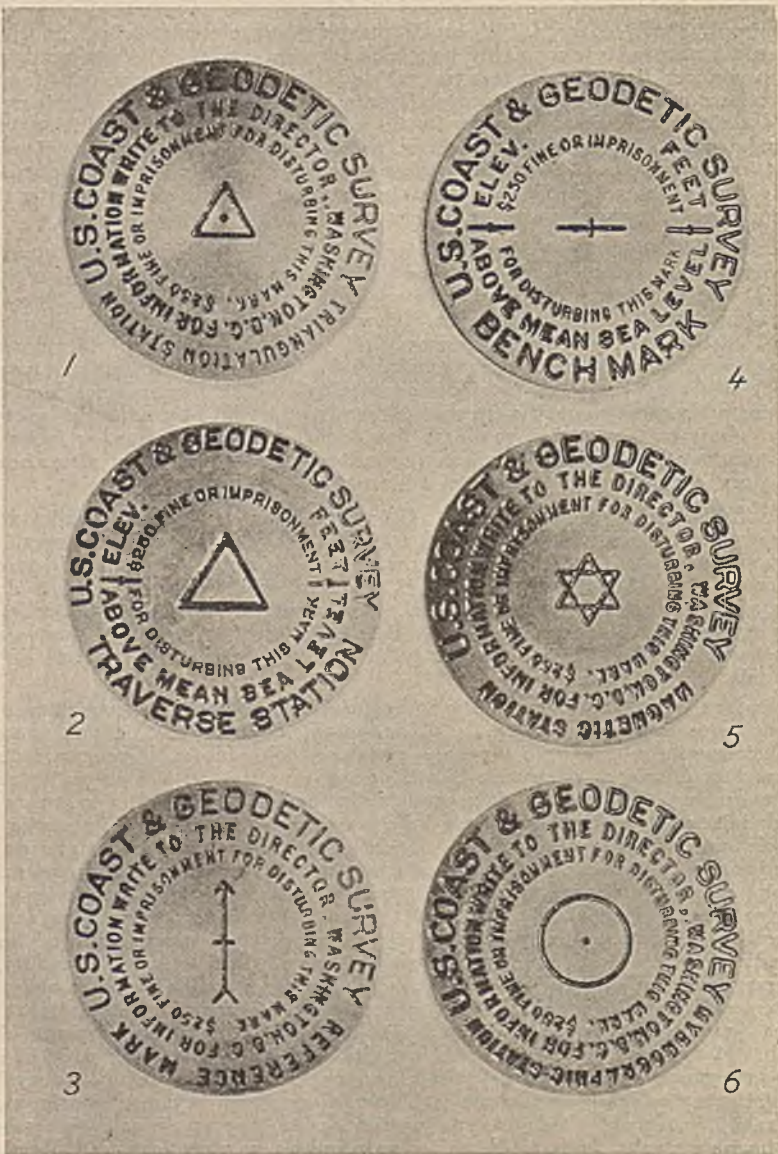


Fig. 15. Ustalony typy znaków stacyjnych Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych Stanów Zjednoczonych A. P.

1. Znak triangulacyjny.
2. Znak poligonowy.
3. Znak odniesienia.
4. Reper niwelacyjny.
5. Znak stacyjny punktu magnetycznego.
6. Znak stacyjny punktu hydrograficznego.

Tabliczki metalowe. Każdy punkt, wyznaczony z dokładnością I, II lub III rzędu, powinien być oznaczony tabliczką miedzianą ustalonego typu, umocowaną w skale lub betonie tak silnie, ażeby mogła się oprzeć skutecznie próbie wyciągnięcia, zmiany wysokości lub obrotu (Fig. 15 i 16). Nazwa punktu i rok utrwalenia powinny być wybite na tabliczce, o ile możności przed osadzeniem jej w skale lub betonie.

Zakładanie tabliczek. Punkty pomiarów poziomych muszą być często zakładane w miejscach, gdzie utrwalanie ich jest trudne, z tego powodu jest dozwolona wielka różnorodność w sposobie umieszczania tabliczek. Położenie punktu, głębokość gleby, lub obecność warstw skalnych i dostępność materiałów budowlanych kieruje zazwyczaj wyborem znaku. Środki ostrożności, które musimy przedsięwziąć przy zakładaniu każdego rodzaju znaku są podane poniżej.

1) *W odkrywkach skalnych.* Należy uważać, aby skała, w której ma być osadzony znak była twarda, oraz aby stanowiła część głównej warstwy, a nie oddzielny blok. Tabliczka powinna być wpuszczona w skałę i spojona z nią dokładnie.

2) *W głazach.* Tabliczki można umieszczać w głazach, jednakże tylko k z trwałego minerału, o warstwach poprzecznych, o przekroju i głębokości pod powierzchnią nie mniejszych, niż znak opisany poniżej.

3) *W warstwach skalnych pod powierzchnią ziemi.* Jeżeli skała znajduje się b. blisko powierzchni, wystarczy założyć tabliczkę w zwykły sposób pod warunkiem, że jednocześnie będą założone dwa znaki odniesienia. Jeżeli skała jest tak głęboko pod powierzchnią ziemi, że znak nadziemny jest konieczny, należy w skałę założyć tabliczkę

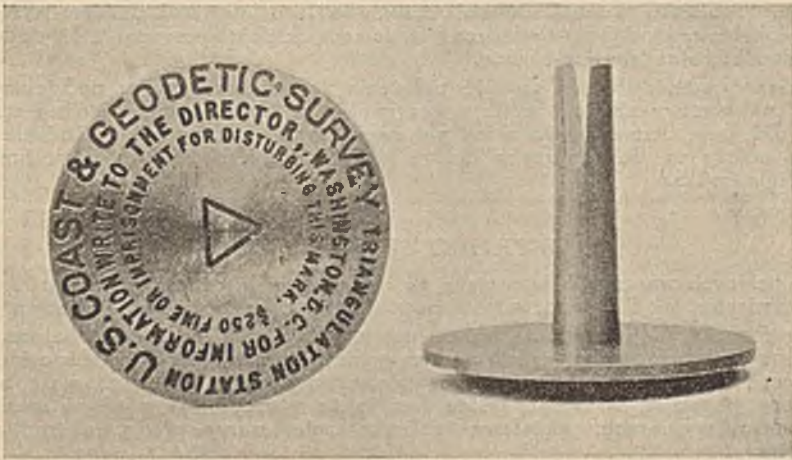


Fig. 16. Znak triangulacyjny.

Rozdęty bolec rozgina się przed umieszczeniem płytki w kamieniu lub betonie.

lub bolec miedziany, a skałę oczyścić dokładnie lub wymyć na przestrzeni conajmniej 50 cm średnicy oraz założyć znak nadziemny w postaci bloku betonowego nad znakiem podziemnym. Tabliczka na znaku nadziemnym powinna być umieszczona ściśle osiowo nad znakiem podziemnym. Jeżeli skała, w której osadzamy podziemny znak jest bardzo gładka, należy ją poźłobić dłutem dla ściślejszego zespolenia z betonem.

4) *W blokach betonowych:*

a) *Kształt.* Znak winien mieć kształt ściętego stożka, ostrosłupa lub słupa o rozszerzonej podstawie. Ściany ostrosłupa lub stożka powinny mieć pochylenie 1:12. Przy słupie z rozszerzoną podstawą, podstawa powinna być w mniejszym wymiarze poziomym o 20 cm szersza od właściwego słupa, a pionową jej grubość powinna wynosić conajmniej 15 cm. Gdy blok betonowy robimy na miejscu, rozszerzona podstawa może być łatwo wykonana przez roz-

szerzenie łopatą dna jamy z boków. Należy zwracać baczną uwagę, aby wierzchołek znaku nie posiadał kształtu grzyba, lub wystających kantów blisko powierzchni ziemi, gdyż ułatwia to niszczącą działalność mrozu i umożliwia złośliwe uszkodzenie znaku.

- b) *Wymiary i głębokość.* Zależnie od rodzaju gruntu blok betonowy powinien sięgać do głębokości od 0,75 m do 1.00 m. Średnica bloku nie może być mniejsza od 35 cm, za wyjątkiem formy ściętego stożka lub ostrosłupa, których górna powierzchnia powinna mieć conajmniej 30 cm średnicy. Znaki, położone poza uczęszczanymi drogami lub polami uprawnymi, powinny wystawać ponad powierzchnię 5 do 10 cm. Założone w miejscach uczęszczanych, powinny się znajdować nieco pod powierzchnią ziemi.

Sposób wykonania przepisowego bloku betonowego jest następujący: kopujemy dół głębokości conajmniej 1.00 m. Średnica dołu na głębokości 0.75 m dajemy 40 cm, na dnie—25 cm. Blok betonowy, wykonany z dobrego gatunku cementu, piasku i żwiru lub tłuźcznia, umieszczamy w dolnej części jamy do głębokości 15 cm, w bloku tym umieszczamy przepisową tabliczkę ze znakiem stacyjnym (fig. 16), naciskając zlekka jej górną powierzchnię. W ten sposób znak podziemny jest osadzony. Następnie sypimy do dołu warstwę 10 — 15 cm piasku. Potem rozszerzamy dół w pobliżu dna o 5 cm w promieniu, w tym celu, ażeby dolny koniec bloku, przeznaczony na znak nadziemny, otrzymał formę grzyba, i następnie napełniamy dół betonem aż do 25 cm od powierzchni gruntu. Na betonie ustawiamy formę, której górny bok posiada wymiar 30 cm, dolny 35 cm, i wysokość 30 cm, obypujemy ją z boków ziemią, silnie ją ubijając. Formę napełniamy betonem równo z wierzchem i w środku bloku zakładamy przepisową tabliczkę, lekko ją naciskając. Tabliczka ta musi być umieszczona ściśle osiowo nad znakiem podziemnym. Wierzchołek bloku musi być wygładzony zapomocą kielni; formy nie należy zdejmować dopóty, dopóki beton nie stwardnieje.

Należy uważać, aby nie zmienić położenia tabliczki na znaku podziemnym podczas sypania warstwy piasku i podczas przyrządzania bloku betonowego na znak nadziemny. Dla uchronienia tabliczki od poruszenia, przez zderzenie lub ciśnienie górnego materiału, należy na dolnym znaku ułożyć kawałek cienkiej deski lub użyć innego, odpowiedniego środka.

WYPADKI SZCZEGÓLNE.

W pewnych warunkach wymagane są często specjalne znaki, które zarówno co do swoich rozmiarów, jak i co do trwałości, powinny odpowiadać znakom, opisanym powyżej.

1) *Piasek.* Wobec tego że piasek użyty, jako forma do wyrobu betonu, osłabia beton przez absorbcję wody, w piaszczystym gruncie stosuje się rury kanalizacyjne o średnicy 20 cm i długości 75 cm, ustawiane kołnierzem nadół, napełniane masą betonową i wstawione podstawą w beton. Może być także użyta forma z żelaza arkuszowego o tych samych wymiarach. Metalową tabliczkę umieszczamy wtedy na środku górnej powierzchni.

2) *Bagno.* Na gruncie zbyt grząskim dla umieszczenia znaku zwykłego typu, należy wbić pał z trwałego drzewa tak głęboko, jak tylko się da, wierzchołek jego uciąć równo z powierzchnią gruntu i dokoła wierzchołka pała zabić rurę kanalizacyjną o średnicy conajmniej 15 cm. Rurę należy napełnić betonem i tabliczkę umieścić na wierzchu. Gdzie bagno jest bardzo grząskie, lecz wysycha w pewnych porach roku, można zabić kilka rur jedną na drugą, pał wyciągnąć, wybrać błoto z rur, a rury napełnić hydrauliczną zaprawą cementową.

3) *Pola uprawne.* Jako znak podziemny służy tabliczka, osadzona w bloku betonowym o wymiarach 25 × 25 × 15 cm, umieszczonym na głębokości około 1.00 m. Znak nadziemny będzie stanowić tabliczka, osadzona w bloku betonowym o wymiarach około 40 × 40 × 50 cm, którego górna powierzchnia musi się znajdować 30 cm pod powierzchnią gruntu. Oba bloki powinny być przedzielone warstwą ziemi grubości około 10 cm.

Wszystkie w ten sposób utrwalone punkty, powinny być dowiązane do dwóch przepisowych znaków odniesienia, umieszczonych na liniach granicznych posiadłości, najlepiej wzdłuż dokładnie ustalonej drogi państwowej lub granic sekcji, w takim miejscu, gdzie można się spodziewać, że nie będą zniszczone. Kierunki do znaków odniesienia powinny być obrane w ten sposób, ażeby na punkcie triangulacyjnym dawały dobre wcięcia. Znak odniesienia może być odległy od punktu nawet na 1/2 mili (800 m), pod wa-

runkiem, jednakże z będzie widoczny z tego punktu. Odległość do znaków odniesienia powinna być zmierzona bardzo dokładnie. O ile tylko się da, należy pomierzyć i inne odległości, jak np. do środka drogi, rogu budynku, lub środka studni. W ten sposób uzyskamy, że dwa lub więcej kierunków przetnie się tak blisko punktu, że odnalezienie kamienia stabilizacyjnego zapomocą zaostrego pręta nie będzie przedstawiało trudności. Gdy domiarów dokonano do budynków lub innych przedmiotów, kierunki należy także pomierzyć. Jeżeli zrobiono tego rodzaju domiary, punkt może być łatwo odnaleziony, nawet gdyby oba znaki odniesienia zostały zniszczone. Domiar do drogi powinien być dokonywany zawsze do środka drogi, a nigdy do skraju. Wszystkie odległości powinny być dokładnie pomierzone, nigdy zaś nie należy oceniać ich na oko. Trzeba się starać o zakładanie znaków odniesienia przy drogach publicznych, ponieważ prawie we wszystkich stanach ilość dróg jest dostatecznie wielka.

ZNAKI ODNIESIENIA.

Każdy znak odniesienia składa się z tabliczki metalowej z tego samego materiału i tego samego kształtu co i tabliczka na punkcie triangulacyjnym, posiadającej jednak na wierzchu strzałkę, wskazującą kierunek do punktu triangulacyjnego. Tabliczka znaku odniesienia powinna mieć wybitą nazwę punktu triangulacyjnego, do którego się odnosi, a gdzie jest więcej niż jeden znak, to należy je ponumerować kolejno według ruchu zegarowego, przyczem odpowiedni numer powinien być wybity na tabliczce.

Każdy znak powinien być osadzony tak samo, jak na punkcie triangulacyjnym, z tą jedynie różnicą, że wymiary bloków są mniejsze o 5 cm w średnicy i o 15 cm w wysokości. Każdy punkt triangulacyjny powinien posiadać conajmniej jeden znak odniesienia, a lepiej — dwa. O ile z powodu warunków miejscowych, znak odniesienia, musi być całkowicie umieszczony pod ziemią, należy wtedy umieścić jeszcze drugi znak, chyba że możemy pozatem dokonać domiarów do jakiegoś stałego przedmiotu, np. skrzyżowania dróg, co zwalnia nas od zbytecznego kopania przy utrwaleniu znaku odniesienia. O ile istnieje niebezpieczeństwo zniszczenia znaku lub podmycia go przez wodę należy bezwzględnie założyć dwa znaki odniesienia. Powinny one być umieszczone w ten sposób, aby nie było prawdopodobieństwa zniszczenia obydwu naraz przez tę samą przyczynę. Znaki te powinny być tak umieszczone, aby dawały na punkcie triangulacyjnym dobre wcięcia lub znajdowały się obydwa z punktem na jednej prostej.

Materiał. Przy wykonywaniu betonu, należy zważać na czystość materiałów, dobre ich przemieszanie przed dodaniem wody, używanie niezbyt mokrej masy i dokładne ubijanie betonu w formie. Każda bowiem smuga brudnego piasku może spowodować linię rozłamu. Przy stosowaniu tłucznia stosunek może się wahać od 1:2:4 do 1:3:5, ale w górnych 30 cm bloku należy stosować mieszankę bogatszą. Przy użyciu tylko piasku i cementu, dolna część bloku musi mieć stosunek 1 część cementu na 3 części piasku, a górna część — 1 część cementu na 2 części piasku. Przy przepisowych wymiarach bloków wzmocnienie betonu uzbrojeniem żelaznym jest niepotrzebne. Celem zapobieżenia pękaniu betonu przy wysychaniu, musi on być w ciągu conajmniej 48 godzin przykryty papierem lub szmatami i ziemią, lub innym materiałem.

INSTRUMENTY.

Teodolity. Przy pomiarach triangulacyjnych I i II rzędu używamy zwykle teodolitów kierunkowych o najwyższej dokładności. Teodolitów powtarzających używamy tylko w tym wypadku, gdy niewielka stałość stanowiska nie może nam zapewnić pożądaną dokładność przy użyciu teodolitu kierunkowego.

Metoda kierunkowa pomiaru kątów polega na pomiarze kierunków do każdego punktu od pewnego kierunku, przyjętego za początkowy. Kierunki są to kąty mierzone od kierunku początkowego do

każdego innego punktu, liczone w kierunku ruchu zegarowego. Kąt na stanowisku pomiędzy dwoma innymi punktami jest to różnica ich kierunków.

Przy pomiarze robimy odczyt na punkt przyjęty za początkowy i następnie na każdy punkt dokoła horyzontu w kierunku ruchu wskazówki zegara; następnie odwracamy lunetę i robimy odczyty w kierunku odwrotnym.

Teodolit kierunkowy nie posiada zwykle śruby leniwego ruchu limbusa, jednakże metoda pomiarów kierunkowych może być stosowana także przy teodolicie powtarzającym po unieruchomieniu limbusa.

Przy pomiarze kątów metodą powtarzania na limbusie gromadzi się pomiędzy dwoma kolejnymi odczytami pewna wielokrotność kąta pomiędzy dwoma punktami. Metoda ta polega na zapisaniu odczytu limbusa, nastawieniu lunety na punkt lewy, działając leniwką limbusa, aby nie zmienić odczytu, zwolnieniu alhidady i nastawieniu na punkt prawy, poprawiając nastawienie leniwką alhidady. Następnie zwalnia się limbus i powtarza czynności od początku dopóty, dopóki na limbusie nie nagromadzi się pewna ilość pomiarów. Odczytujemy limbus i zapisujemy, lunetę odwracamy i mierzymy taką samą ilość razy uzupełnienie kąta do 360° .

Oba rodzaje instrumentów zarówno przy pomiarze I, jak i II rzędu odczytujemy zapomocą mikroskopów. Teodolity mikroskopowe mają wartość większą od teodolitów nonjuszowych ze względu na to, że dokładność odczytu tych pierwszych jest $1''$ lub $2''$, co pozwala na taką dokładność pomiaru kąta zapomocą jednego tylko odczytu, że obserwator może wykrywać zmiany refrakcji oraz łatwiej odnaleźć i obliczyć wartość błędów instrumentu. Umożliwia to także dokładne wyznaczanie punktów wciętych zapomocą pomiaru w jednym lub dwu położeniach limbusa. Pozatem zapomocą instrumentu kierunkowego można uzyskać przepisana dokładność prędzej, niż zapomocą instrumentu powtarzającego o tej samej dokładności odczytów. Nareszcie plan obserwacji, używany przy metodzie kierunkowej pozwala na uniknięcie wyrównania stanowiska, co jest zwykle konieczne przy metodzie powtarzającej.

Teodolit powtarzający ma także swe dobre strony, ale jest odpowiedniejszy do triangulacji niższych rzędów, niż do triangulacji I i II rzędu. Jednakże przy stanowiskach niezbyt sztywnych można używać teodolitu powtarzającego, gdyż dwaj obserwatorzy mogą się tak ustawić, aby wykonywać nastawienia i odczyty limbusa bez zmiany wagi odczytów lub zruszenia instrumentu w azymucie lub w poziomie.

Teoretycznie metoda powtarzania jest bardzo dokładna, gdyż przez nagromadzenie kilku pomiarów jednego kąta na limbusie po-

między dwoma kolejnymi odczytami, wartość kąta może być określona bardzo dokładnie, pomimo odczytywania koła poziomego z dokładnością do 5" lub 10". Doświadczenie jednakże wykazało, że w instrumencie mamy pewne źródła błędów, zależne w znacznej mierze

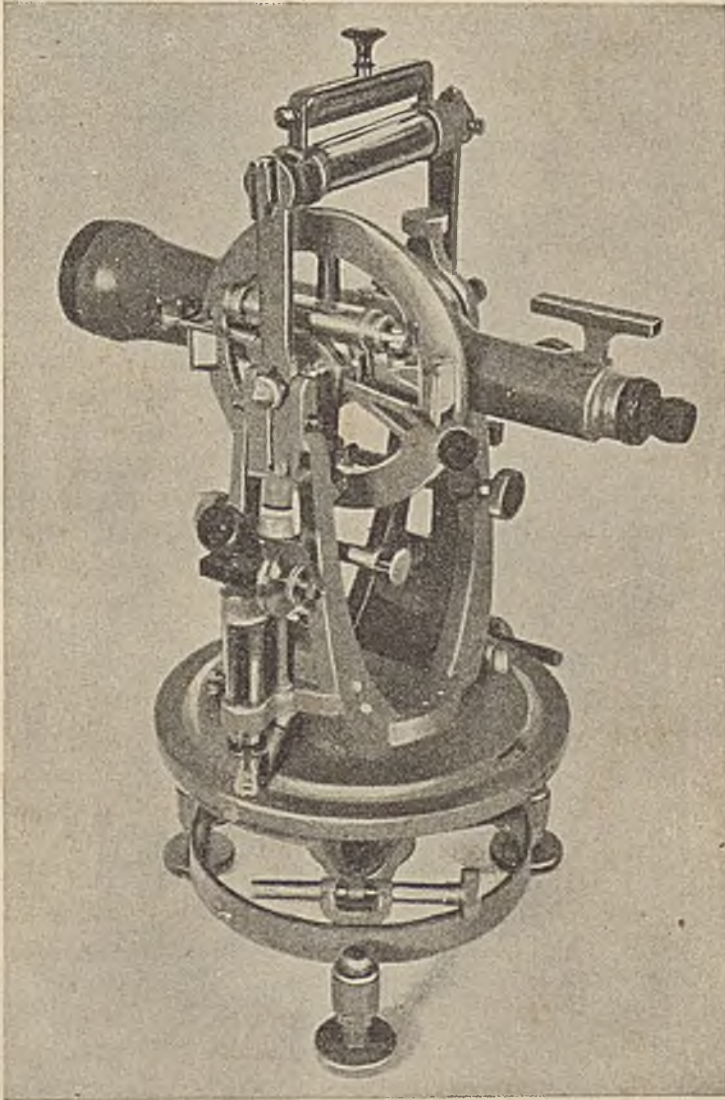


Fig. 17. Teodolit mikroskopowy.

Instrument ten, o średnicy koła poziomego 22.5 cm (9 cali), daje na mikroskopach odczyty z dokładnością do pojedynczej sekundy. Przy użyciu go, jako instrumentu kierunkowego, dla unieruchomienia limbusa zamieniamy sprężynę leniwki przez metalowy bolczyk.

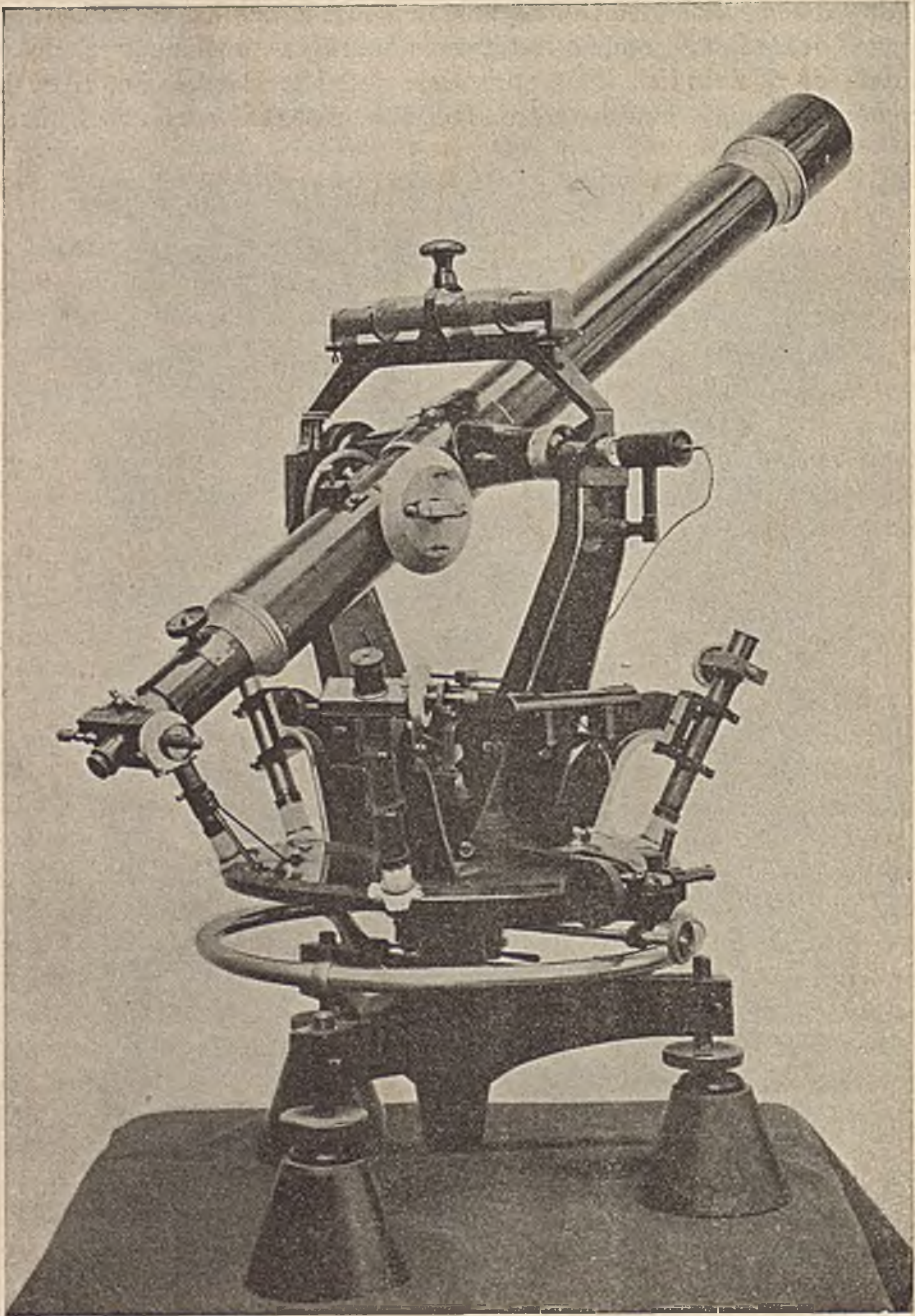


Fig. 18. Teodolit kierunkowy 30-centymetrowy, wzór Sł. Pom. Brz. i Geod. Podobne instrumenty stosowano prawie wyłącznie przy triangulacji I rzędu przez ostatnie 30 bez mała lat. Teodolity te są bardzo dokładne, choć nieco zawiłekie.

od niezbędnej gry w układzie ruchomych części dokoła osi pionowej, które nie pozwalają na otrzymanie zbyt wielkiej dokładności.

Przy pracach triangulacyjnych I rzędu w Służbie Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych przez wiele lat był używany mikroskopowy teodolit kierunkowy o średnicy koła poziomego 30 cm. Teodolit tych rozmiarów nie jest jednak konieczny nawet do obserwacji I rzędu. Teodolit o średnicy koła poziomego około 21 cm daje przy zwykłej ilości poczetów dokładność, wymaganą dla I rzędu przy zwiększeniu ilości poczetów można używać instrumentu o jeszcze mniejszej średnicy. Przy triangulacji wyższych rzędów używa się zwykle instrumentów o najwyższej dokładności, gdyż użycie instrumentów gorszych powoduje dużą stratę czasu, jest więc nieekonomiczne.

Przy wyborze teodolitu do obserwacji I rzędu prosta oszczędność nakazuje użycie teodolitu najprecyzyjniejszego wykonania. O ile chodzi o obecnie wyrabiane teodolity, lepiej jest nie używać teodolitu o średnicy koła poziomego mniejszej niż 20 cm, z drugiej jednak strony nie mamy potrzeby używania teodolitów o średnicy, przekraczającej 30 cm. Można przypuścić, że przy dzisiejszej dokładności konstrukcji mechanicznej, teodolit kierunkowy 22.5 — 25 cm da nam dokładność I rzędu przy 12 do 16 poczetach, oraz że różnica w wadze pomiędzy tym teodolitem, a teodolitem 30 cm zdecyduje o użyciu pierwszego rodzaju przy większości naszych prac.

Teodolit kierunkowy 20 cm daje dokładność odczytu (zapomocą mikroskopów) do 2", taką samą dokładność daje większość teodolitów 25 cm. Inne teodolity 25 cm znanych wytwórni, oraz wszystkie 30 cm, dają dokładność odczytu do pojedynczej sekundy. Należy jeszcze raz stwierdzić, że dokładność wykonania, dokładność podziału limbusa, dokładne dopasowanie stożkowych powierzchni nośnych, oraz konstrukcja mikrometrów i leniwiek teodolitu jest znacznie ważniejsza od jego rozmiarów. Właściwe dostosowanie powiększenia mikroskopów do podziałki śruby mikrometru jest także ważnym czynnikiem. Bęben mikrometru przy dużych teodolitach pozwala na ocenianie przez interpolację 0".1, przeważnie jednakże otrzymane odczyty nie mogą nam zapewnić interpolacji o takiej dokładności.

Teodolit posiada zwykle dwa lub więcej okularów do zmiany powiększenia lunety. Przy pracach I rzędu lepiej jest stosować największe powiększenie, chociaż w ten sposób wzrasta obserwowana zmienność światła. Większe powiększenie pozwala nam łatwiej na wykrycie niesymetrii światła i wzięcia tego pod uwagę przy nastawianiu. Małe powiększenie stosujemy przy obserwacji punktów, określanych metodą wzięcia wprzód, których nie widać dobrze przy mglistej atmosferze przy użyciu silniejszego powiększenia.

O tem, czy teodolit powinien posiadać koło pionowe do obserwacji odległości zenitalnych, decyduje zadanie, do jakiego ma być użyty. Teodolity, używane do pewnych rodzajów triangulacji, mogą nie posiadać koła pionowego, lecz dla ogólnego użytku Służby Pomiarów posiadanie jednego instrumentu zarówno do pomiaru kątów poziomych, jak i pionowych, daje dużą korzyść ze względu na znaczne uproszczenie kwestji przewozu instrumentów. Niedogodna strona koła pionowego, jako części teodolitu precyzyjnego, polega na konieczności umieszczania poziomej osi obrotu lunety wysoko nad kołem poziomem, szczególnie przy lunetach, urządzonych do przekładania w łożyskach. Teoretycznie jest to złą stroną, ale przy stosowanych w ostatnich latach sposobach, obserwacje są dokonywane stosunkowo tak szybko, że błąd spowodowany małymi zmianami w położeniu łożysk lunety podczas przeprowadzania jednego pomiaru jest bardzo niewielki.

Przy pracy w okolicach górskich ciężar instrumentu jest ważnym czynnikiem, jednakże instrument zbyt lekki posiada zbyt małą stałość w azymucie. Aby zwiększyć ciśnienie na stół, używa się czasami systemu sprężyn, używanych łącznie z aluminiową podstawą, przykręcaną do stolika. Urządzenie takie jest pokazane na Fig. 35. Na dogodność użycia teodolitu wpływa jeszcze wiele innych czynników; jak prostota konstrukcji, wygodna manipulacja, niewielka objętość oraz łatwość rektyfikacji, jednakże normalnie obserwator winien kierować swoją energją na najlepsze wykorzystanie posiadanego instrumentu, a nie na rozważanie o teoretycznie najlepszych dla jego zadania instrumentach. To jednakże nie powinno go odstraszać od możliwie najdokładniejszego poznania zasad konstrukcji i przeznaczenia teodolitu, gdyż znajomość ta pozwoli mu lepiej ocenić dobre i złe strony posiadanego instrumentu.

Rektyfikacja teodolitu. Pomimo, że system obserwacji, stosowany przy pomiarze kątów I i II rzędu, powoduje wyeliminowanie przeważnej części błędów, spowodowanych niedostateczną rektyfikacją, najlepiej jest jednak używać teodolitu dobrze zrektyfikowanego. Mechaniczne sposoby przeprowadzenia rektyfikacji różnią się nieco, stosownie do różnych rodzajów instrumentów, naogół jednak można się zorientować bardzo szybko, jaką metodą należy stosować. W poniższym opisie rektyfikacji teodolitu przyjęto, że ogólne wiadomości o szczegółach konstrukcyjnych teodolitu są czytelnikowi znane. Gdy przy nieznanym typie teodolitu nie można wyraźnie określić mechanicznych sposobów rektyfikacji, należy postępować ostrożnie, gdyż nadwyręzenie i osłabienie połączeń, lub zerwanie gwintu śrubki, może spowodować konieczność zwrotu instrumentu do magazynu.

Rektyfikacja poziomnicy koła poziomego. Celem tej rektyfikacji jest ustawienie pionowej linii, przechodzącej przez środek czopa, stanowiącego pionową oś obrotu instrumentu i jednocześnie ustawienie płaszczyzny limbosa do poziomu, gdyż płaszczyzna limbosa jest zamontowana prostopadłe do osi pionowej. Gdy zamontowanie jest wykonane prawidłowo, wtedy poziome ustawienie płaszczyzny limbosa za pomocą poziomnicy zrektyfikowanej właściwie wypełni jednocześnie oba zadania.

Zwolniejszy śrubę zaciskową alhidady, ustawiamy poziomnicę równoległe do linii, łączącej dwie śruby nastawnicze i obracając niemi doprowadzamy bańkę poziomnicy na środek. Następnie obracamy alhidadę o 180° i sprawdzamy kąt, celując przez łożyska lub przez lunetę albo też odczytując limbus. Poprawiamy pół błędu bańki śrubami nastawniczymi, a drugą połowę śrubką rektyfikacyjną przy poziomnicy. Jeżeli płaszczyzna limbosa jest silnie pochylona, obracamy alhidadę o 90° i sprowadzamy bańkę na środek trzecią śrubą nastawniczą. Następnie ustawiamy poziomnicę w pierwotnym położeniu i powtarzamy poprzednie czynności, dopóki bańka nie zostanie unieruchomiona w granicach mniejszych od jednej podziałki poziomnicy, każdorazowo kontrolując ostatni ruch śrubki rektyfikacyjnej przez obrót poziomnicy o 180° . Po ustawieniu limbosa do poziomu, rektyfikujemy drugą poziomnicą za pomocą śrubki rektyfikacyjnej.

Pochyłe ustawienie osi pionowej instrumentu powoduje w pomierzonym kącie błąd, którego metoda obserwacji nie eliminuje. Należy to brać pod uwagę i poziomować instrument dość często. Wobec tego, że na kole nachylenem do poziomu tylko jedna średnica jest pozioma, obserwowane kierunki będą nachylone niejednakowo. Błąd nastawienia wyraża się wzorem:

$$\text{błąd} = i \operatorname{tg} h,$$

Błędy kierunków poziomych w zależności od nachylenia osi pionowej instrumentu.

Nachylenie osi pionowej (i)	Kąt nachylenia celowej do poziomu (h)	Poprawka kierunku poziomego $i \operatorname{tg} h$
"	"	"
10	20	0.06
20	20	0.12
30	20	0.17
10	40	0.12
20	40	0.23
30	40	0.35
10	60	0.17
20	60	0.35
30	60	0.52

gdzie i jest kątem odchylenia osi pionowej od pionu, wyrażonym w sekundach i odczytanym z wychylenia bańki poziomnicy, ustawionej prostopadle do celowej. Błąd kąta otrzymujemy przez odpowiednie zestawienie błędów średnich kierunków składowych. Wielkości błędów w zależności od nachylenia limbusa, są podane w umieszczonej poprzednio tablicy.

Rektyfikacja poziomnicy nasadkowej. W opisie rektyfikacji poziomnicy nazwa „oś bańki” oznacza taką linię poziomą, styczną do powierzchni bańki ustawionej na środku, która leży w płaszczyźnie pionowej, przechodzącej przez oś poziomnicy.

Celem rektyfikacji poziomnicy nasadkowej jest doprowadzenie osi bańki do równoległości z poziomą osią obrotu lunety. Mówiąc ściśle, oś bańki doprowadza się do równoległości z pewną linią, która tem więcej się zbliża do osi poziomej, im więcej czopy lunety swoim kształtem są zbliżone do prawidłowych cylindrów o jednakowych średnicach i osiach, stanowiących jedną prostą.

Dla wykonania rektyfikacji ustawiamy poziomnicę na czopach osi poziomej lunety. Bańkę poziomnicy sprowadzamy na środek zapomocą śrub nastawniczych. Przez powolne posuwanie poziomnicy wprzód i w tył na jej podstawach, badamy, czy oś bańki nie jest wichrowata w stosunku do osi poziomej lunety. Jeżeli bańka nie pozostaje przytem na środku, wtedy oś bańki oraz pozioma oś obrotu lunety nie leżą w jednej płaszczyźnie i mówimy wtedy, że poziomnica jest wichrowata. Poprawiamy ten błąd śrubkami, umieszczonymi na końcu rurki, pozwalającymi przesunąć ją w bok.

Po usunięciu tego błędu nastawiamy bańkę śrubami nastawniczymi na środek i przekładamy poziomnicę. Jeżeli bańka nie powróci na środek, usuwamy połowę błędu śrubką rektyfikacyjną poziomnicy, a drugą połowę śrubami nastawniczymi. Rektyfikację powtarzać należy dopóty, dopóki wychylenie bańki nie doprowadzimy do jednej, a najwyższej dwu podziałek poziomnicy.

Rektyfikacja podpór lunety. Celem tej rektyfikacji jest doprowadzenie poziomej osi obrotu lunety do prostopadłości z pionową osią obrotu alhidady.

Jeżeli poziomnica koła poziomego jest tylko cokolwiek mniej czuła, niż poziomnica nasadkowa, jak to się zwykle zdarza w większych teodolitach kierunkowych, to zrektyfikowanie tych dwóch poziomnic z początku ułatwi nam znacznie całą pracę. Następnie zapomocą poziomnicy koła poziomego doprowadzamy oś alhidady do położenia ściśle pionowego. Poziomnicę nasadkową ustawiamy na swoim miejscu, a jeżeli bańka poziomnicy nasadkowej wyjdzie z położenia środkowego,

cały błąd należy eliminować przez obniżenie lub podwyższenie jednej z podpór osi poziomej lunety. W niektórych instrumentach niema mechanicznego urządzenia do rektyfikacji podpór, jedynym sposobem wtedy będzie delikatne upiłowanie wyższej podpory zapomocą pilnika i staranne wypolerowanie. W polu można to robić jedynie w wypadku wielkiej odchyłki, co zachodzi jedynie w tym wypadku, gdy jedna z podpór została wyprowadzona ze swego prawidłowego położenia przez jakiś wypadek. Jeżeli czopy osi poziomej lunety mają znaczne różnice w średnicy, należy tę nierówność przy rektyfikacji podpór wziąć pod uwagę.

Jeżeli oś pionowa alhidady nie została ustawiona dokładnie pionowo zapomocą poziomnicy koła pionowego, wtedy połowę odchyłki, jaką wykazuje bańka poziomnicy nasadkowej przy obrocie alhidady o 180° , usuwa się przez rektyfikację podpór, a drugą połowę śrubami nastawniczemi instrumentu. Rektyfikację tę należy powtarzać dopóty, dopóki bańka przy obrocie o 180° nie przestanie wykazywać odchyłki.

Gdy oś obrotu alhidady jest pionowa, błąd powstały wskutek nieprostokątności osi poziomej lunety do osi obrotu alhidady, eliminuje się całkowicie przez przerzut lunety przez zenit w połowie obserwacji.

Nierówność czopów. Nierówność średnic czopów może być wykryta a jej wielkość wyznaczona przez ustawienie dokładne zrektyfikowanej poziomnicy nasadkowej na czopach, sprowadzenie bańki na środek, przełożenie lunety w łożyskach, tak aby każdy czop znalazł się w innem łożysku, niż poprzednio i odczytanie poziomnicy. Przy metodzie obserwacji, stosowanej przez Służbę Pomiarów, przy której nie zmienia się położenia czopów w łożyskach przez cały sezon pracy, nierówność pierścieni nie powoduje błędów w mierzonych kątach.

Nieprawidłowość czopów. Zwykle jeżeli czopy nie mają prawidłowej cylindrycznej formy, odczyt poziomnicy nasadkowej, ustawionej na czopach, zmienia się przy dowolnym obrocie lunety dokoła jej osi poziomej. O ile nieprawidłowość ta jest znaczna, powoduje ona błędy w mierzonych kątach.

Gdy zachodzi nierówność lub nieregularność czopów, należy przy oddawaniu instrumentu zwrócić na to uwagę, aby czopy mogły być przetoczone.

Rektyfikacja ogniskowej. Błąd, spowodowany zmianą ogniskowej, eliminuje się przez stosowanie metody przerzutu lunety w czasie obserwacji.

Rektyfikacja paralaksy. Nastawić lunetę na jasny przedmiot, np. na niebo. Wkręcać lub wykręcać okular lunety dopóty, dopóki nie

otrzymamy ostrego obrazu. Następnie nastawiamy lunetę na jakiś odległy przedmiot i sprawdzamy rektyfikację, poruszając powoli oko wpoprzek okularu. Gdy nici zdają się poruszać po obrazie obserwowanego przedmiotu, paralaksa istnieje. Ognisko soczewki obiektywu lunety należy przesunąć tak, aby obiektyw był ustawiany na właściwym miejscu i obraz przedmiotu obserwowanego powstawał w płaszczyźnie nici; wtedy przy przesuwaniu oka przed okulem nie zauważymy żadnego ruchu nici. O rektyfikacji tej należy pamiętać stale, gdyż błędu spowodowanego przez nią nie można wyeliminować metodami obserwacji. Błąd ten jest szczególnie znaczny, gdy oko obserwatora nie znajduje się naprzeciwko środka okularu.

Rektyfikacja okularu musi być również dokonywana dość często, gdyż w razie zmęczenia oka obserwatora, odległość ogniskowa soczewki oka zmienia się, powodując zaciemnienie nici i wzrost wysiłku przy nastawianiu obrazu światła pomiędzy nici.

Rektyfikacja nitek pionowych. Dla stwierdzenia, czy ta rektyfikacja jest konieczna, trzeba nastawić lunetę na bardzo dobrze widoczny przedmiot. Podnosząc lub opuszczając powoli lunetę, śledzić uważnie położenie przedmiotu w polu widzenia. Jeżeli przedmiot zmienia swe położenie w stosunku do nici pionowych w czasie ruchu lunety w dół lub w górę, diafragma musi być obrócona dokoła osi geometrycznej lunety. Obejrzenie lunety od razu ujawni nam środki mechaniczne do przeprowadzenia tej rektyfikacji.

Rektyfikacja kolimacji. Celem tej rektyfikacji jest doprowadzenie płaszczyzny kolimacyjnej lunety do prostopadłości z jej osią poziomą. Dla wykonania tej rektyfikacji należy nastawić lunetę na jakiś wyraźnie widoczny przedmiot i przy sprężniętej alhidadzie przełożyć lunetę w łożyskach, obracając ją jednocześnie o 180° dokoła osi. Gdy krzyż nici po przełożeniu nie pada na punkt, na który poprzednio celowano, pół błędu usuwamy przesuwając siatkę, pół-leniwką alhidady. Czynność tę należy powtórzyć dla kontroli.

Jeżeli luneta nie może być przełożona w łożyskach, trzeba w odległości kilkuset stóp od instrumentu wbić palik *A* i nastawić na niego krzyż. Przy alhidadzie sprężniętej, przerzucić lunetę przez zenit i ustawić zapomocą krzyża drugi palik *B* po drugiej stronie instrumentu w odległości mniej więcej tej samej, co palik *A*, dla uniknięcia zmiany ogniskowej. Oba punkty *A* i *B* winny być jaknajbliżej płaszczyzny poziomej, przechodzącej przez oś poziomą lunety, w celu uniknięcia błędu niedokładnego spoziomowania. Obrócić alhidadę dokoła osi pionowej i nastawić na punkt *A*. Przerzucić lunetę przez zenit przy sprężniętej alhidadzie i gdy krzyż nie padnie na punkt *B*, wbić palik *C* na przecięciu nici, blisko punktu *B*. Wbić czwarty pa-

lik D na jednej czwartej odległości od C do B i przesunąć nici za pomocą śrubki do przesuwania krzyża przy djafragmie na punkt D . Rektyfikację należy sprawdzić.

O ile chcemy wyznaczyć przybliżoną poprawkę kolimacyjną, postępujemy w sposób następujący: celujemy na oddalony, dobrze widoczny punkt przy limbusie sprzężonym z alhidadą, odczytujemy obydwie mikroskopy, przerzucamy lunetę przez zenit i przekładamy w łożyskach, zwalniamy alhidadę i ustawiamy mikroskopy tak, aby średni odczyt różnił się dokładnie o 180° od pierwszego średniego odczytu. Gdy przecięcie krzyża nie wypadło na miejscu pierwszego, połowę błędu należy usunąć przez przesunięcie nitek, połowę leniwką alhidady. Czynność powtórzyć dla kontroli.

Gdy błąd kolimacyjny jest już usunięty, celowa, zakreślona krzyżem nitek, przy ruchu lunety dokoła osi poziomej opisuje płaszczyznę prostopadłą do osi poziomej lunety. Gdy rektyfikacja nie jest zupełna, celowa opisuje powierzchnię stożkową. Poprawka na błąd kolimacyjny wynosi $c \operatorname{Sec} h$, gdzie c jest błędem kąta w poziomie, a h wysokością punktu celu nad horyzontem. Błąd kolimacyjny eliminujemy, biorąc średnią z odczytów przy lunecie w obu położeniach.

Rektyfikacja stożkowych powierzchni nośnych. Przy teodolitach precyzyjnych dopuszczalny jest tak mały luz pomiędzy stożkowymi powierzchniami nośnymi, że często konieczna jest rektyfikacja w celu uregulowania zmian tarcia, spowodowanych zużyciem lub zmianami temperatury. Osiąga się to zapomocą śrubki, umieszczonej przy dolnym końcu osi pionowej. Śrubka ta, cisnąc ku górze na dolny koniec stożkowego czopa osi pionowej alhidady, zmniejsza ciśnienie alhidady i lunety na stożkowe powierzchnie nośne. Rektyfikacja ta musi być dokonywana ostrożnie, gdyż jeżeli zabardzo zmniejszymy ciśnienie na powierzchni nośne, otrzymamy za duże rozluźnienie, co spowoduje zmniejszenie dokładności. Dla dokonania rektyfikacji podnosimy czop osi pionowej zapomocą śrubki rektyfikacyjnej dopóty, dopóki alhidada nie zacznie się obracać zupełnie swobodnie na swej osi. Badamy, czy niema luzu w stożkowych powierzchniach nośnych w ten sposób, że po nastawieniu lunety na jakiś przedmiot obserwujemy, czy lekki nacisk na alhidadę nie powoduje wyprowadzenia lunety z nastawienia. Dokładniejsze badanie polega na nastawieniu lunety na dobrze widoczny przedmiot, zapisaniu odczytów obu mikroskopów, obróceniu instrumentu dookoła w kierunku ruchu zegarowego, nastawieniu powtórnie na ten sam przedmiot i ponownym zapisaniu. Powtarzamy tę samą czynność, obracając po pierwszym nastawieniu lunetę w kierunku przeciwnym. Jeżeli serja trzech lub czterech w ten sposób wykonanych nastawień, wykazuje wpływ porywania limbusa, nacisk śrubki rektyfikacyjnej na

oś pionową musi być zwiększony; gdy zaś odczyty są nieregularne i wykazują znaczne wahania, ciśnienie powinno być zmniejszone.

Rektyfikacja poziomnicy koła pionowego. W teodolitech, używanych przez Służbę Pomiarów, koło pionowe jest sprzężone sztywno z osią poziomą lunety, poziomnica zaś umocowana na alhidadzie koła pionowego, nonjusze nie mają urządzenia do rektyfikacji. Wobec tego, że przyjęta metoda obserwacji, powoduje obrót poziomnicy w czasie każdego pomiaru kąta pionowego i w ten sposób usuwa błąd poziomnicy, przyjęto pozostawiać poziomnicę koła pionowego bez rektyfikacji.

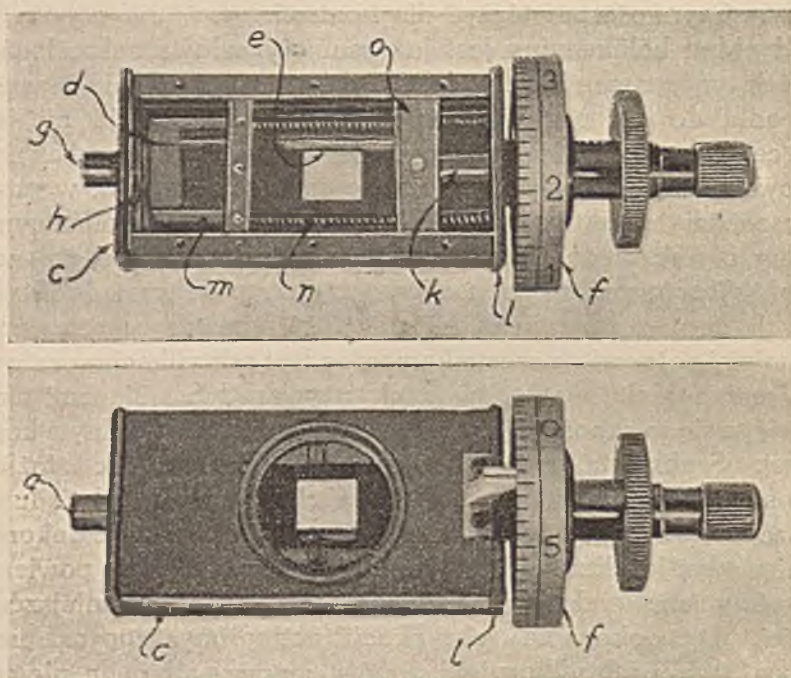


Fig. 19. Skrzynka mikrometru.

U góry: Widok skrzynki od dołu po usunięciu dolnej ścianki.

U dołu: Widok skrzynki od góry po usunięciu okularu.

Rektyfikacja mikrometrów. Mikroskop z mikrometrem jest jednym z najlepszych przyrządów do ścisłych pomiarów kątowych wartości pewnej części podziałki pomiędzy sąsiednimi kreskami limbusa. Składa się on zasadniczo ze złożonego mikroskopu i skrzynki mikrometrycznej, umieszczonej pomiędzy obiektywem i okularum w takiej odległości, aby ruchome nici w skrzynce mikrometrycznej mogły być usta-

wione we wspólnej płaszczyźnie ogniskowej obu systemów soczewek. Zasady postępowania będą lepiej zrozumiałe, gdy opiszemy konstrukcyjne szczegóły skrzynki mikrometrycznej.

Urządzenie skrzynki przy różnych instrumentach różni się nieco w szczegółach. Opiszemy więc tylko typowe urządzenie, przedstawione na fig. 19, 20 i 21. Zewnętrzna skrzynka *c*, w którą z dwu przeciwległych stron jest wkręcona rurka obiektywu i okular, zawiera suwak *d* z płytką *e*, której środkowy ząb w łączności z zerem na bębnie mikrometru stanowi punkt zerowy dla wszystkich odczytów. Położenie suwaka w stosunku do płytki można zmieniać zapomocą śruby *g*, działającej na sprężynę *h*, ruch w innych kierunkach nie jest możliwy ze względu na powierzchnie nagwintowane, po których porusza się suwak. Ruchoma ramka *i* z dwiema nitkami jest umocowana na stałe do drobno nagwintowanej śruby *k*, na którą działa bęben mikrometru *f* i przymocowany do niego wał, kryza którego opiera się o boczną ściankę skrzynki mikrometrycznej.

W praktyce zwykle spotykamy 2 pary równoległych nici, ale celem uproszczenia opisu wyjaśnimy działanie i rektyfikację na jednej parze nici, użycie natomiast drugiej pary będzie wyjaśnione później.

Do wewnętrznej strony przedniej ścianki skrzynki *l*, są przymocowane sztywno dwa pręciki *m*, z nawiniętymi na nich sprężynami *n*. Pręciki ze sprężynami przechodzą przez otwory przegródki pionowej *o* suwaka *i*, wchodząc w otwory drugiej przegródki pionowej suwaka, podczas gdy sprężyna opiera się o wewnętrzną powierzchnię przegródki, powodując w ten sposób ciśnienie suwaka i jego śrub na nagwintowane łożysko bębna, co zapobiega nieregularności ruchu suwaka i powstawaniu luzu.

Po zaznajomieniu się z konstrukcją mikrometru łatwo będzie zrozumieć sposób jego użycia. Obiektyw tworzy powiększony obraz małej części limbuse w płaszczyźnie równoległych nici. Obraz ten z kolei jest powiększony przez okular. Kątową wartość części limbuse pomiędzy zębkiem zerowym płytki i najbliższą poprzednią kreską podziałową limbuse mierzy się w całych i ułamkowych częściach obrotu śruby mikrometru. Siła powiększenia obiektywu i skok śruby mikrometrycznej są tak w stosunku do siebie dobrane, że przez uregulowanie można ustalić jeden pełny obrót śruby mikrometrycznej na 1' łuku lub, jak w niektórych instrumentach, na 2' łukowe. Bęben mikrometru jest podzielony na pojedyncze sekundy albo na pewną ich wielokrotność. Całe obroty bębna, czyli minuty, odczytuje się według płytki z ząbkami, której każdy ząb odpowiada zwykle 1' łukowej, podczas gdy ułamkowe części minuty odczytujemy na bębnie mikrometru.

Pojedynczy mikroskop mikrometryczny jest zrektyfikowany prawidłowo, jeżeli spełnia poniższe warunki:

1) nici mikrometru i obraz podziału limbusa znajdują się dokładnie w jednej płaszczyźnie, lub bardzo blisko, tak że nie można wykryć ruchów paralaktycznych przy poprzecznym przesuwaniu oka przed okularom,

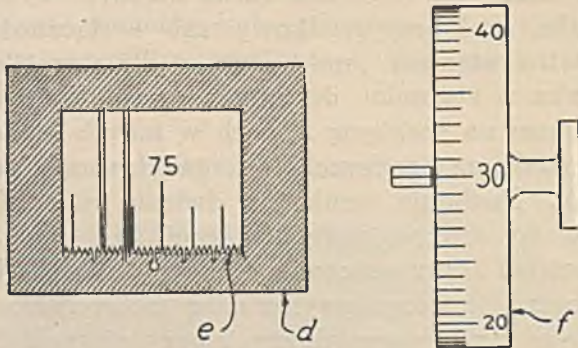


Fig. 20. Pole widzenia skrzynki mikrometru.

Szkic ten pokazuje wygląd płytki zębatej, nici i limbusa w polu widzenia mikroskopu.

2). pięciokrotny obrót śruby mikrometru przesuwają nitki mikrometru ściśle o $5'$ na limbusie (w teodolitech precyzyjnych podział limbusa jest zwykle co $5'$),

3) zerowy odczyt bębna mikrometru zgadza się (koincyduje) z ząbkiem zerowym płytki.

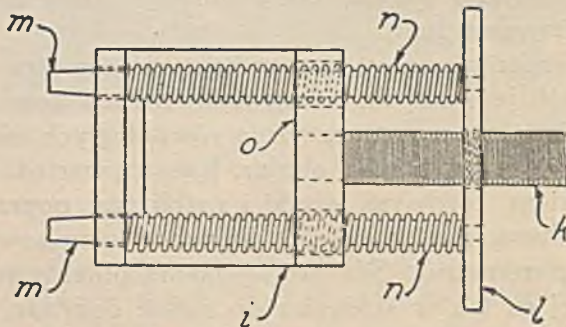


Fig. 21. Szczegóły konstrukcyjne skrzynki mikrometru.

Pozatem mikrometry muszą być rozstawione na limbusie w równych odstępach jeden od drugiego.

Rektyfikacja okularu. Wkręcamy lub wykręcamy okular dopóki, dopóki nie ustawimy równoległych nici w płaszczyźnie ogniskowej okularu. Wtedy i płytka z ząbkami powinna być dobrze widoczna.

Rektyfikacja płaszczyzny ogniskowej. Należy zwolnić śruby, przytrzymujące oprawę mikroskopu w uchwytach i przesuwać mikroskop w dół i w górę dopóty, dopóki nie zobaczymy jaknajwyraźniej rysów, powstałych przez polerowanie, poczem zacisnąć śruby.

Rektyfikacja odległości mikroskopu od osi instrumentu. Zazwyczaj przy mikroskopie znajduje się pewnego rodzaju połączenie zawiasowe, pozwalające na przesunięcie obiektywu mikroskopu w kierunku promienia koła poziomego. Rektyfikacja polega na ustawieniu zewnętrznego skraju linii podziałowych limbosa blisko środka pola widzenia, tak jednak aby numeracja stopni była jeszcze widoczna.

Rektyfikacja płytki mikrometru. Gdy zerowy ząb płytki, zwykle oznaczony przez głębsze wycięcie, lub przez dziurkę znajdującą się pod nim, nie leży w środku pola widzenia, należy go przesunąć za pomocą śruby *g*.

Rektyfikacja bębna mikrometru. Trzeba ustawić parę równoległych nici na zerowy ząb płytki, następnie przytrzymać mocno wał mikrometru i obrócić bęben na wale o tyle, aby zero mikrometru stanęło naprzeciwko kreski wskaźnika *p*, przymocowanego do przedniej ścianki skrzynki mikrometru. Sprawdzić, czy równoległe nici nie zeszły z ząbka zerowego płytki. Gdy siła sprężyny, działającej na bęben, jest równa sile tarcia wału w bębnie, należy zwolnić śrubę przed rektyfikacją.

Jeżeli gwint śruby mikrometru jest wykonany w ten sposób, że jeden obrót śruby jest równy $2'$ łukowym, bęben posiada wtedy dwie kreski zerowe. Zazwyczaj wtenczas cyfry, oznaczające sekundy drugiej minuty, dla uniknięcia pomyłek, mają inny kształt. Należy wtedy uważać, aby rektyfikację i odczyty odnosić do właściwego zera.

Rektyfikacja „run'u”. Pod nazwą „run” mikrometru rozumiemy różnicę w sekundach łuku pomiędzy wartością jednego obrotu śruby mikrometru, zaznaczoną na bębnie, a jego rzeczywistą wartością, otrzymaną z pomiaru podziałki limbosa zapomocą mikrometru. Wielkość ta nazywana bywa czasami „błędem runu”, jednakże określenie, podane powyżej wydaje się nam lepsze i jest stosowane powszechniej. Przypuszczając, że podział limbosa jest wykonany co $5'$, i że jeden obrót śruby mikrometru spowoduje przejście mniej więcej jednej piątej odległości pomiędzy sąsiednimi kreskami, zadaniem rektyfikacji będzie wytworzenie takich warunków, aby, o ile możliwości, ściśle pięć obrotów śruby przesunęło równoległe nici od jednej kreski do drugiej. Teoria rektyfikacji może być oparta na fakcie, że część limbosa i jej powiększony obraz znajdują się w ogniskach sprzężonych obiektywu i że powiększenie obrazu wyraża się wzorem $f' : f$, gdzie f i f' są odległościami limbosa i jego obrazu od

środku obiektywu. Powiększenie obrazu wzrasta ze zmniejszeniem odległości obiektywu od limbusa i maleje przy ruchu w kierunku przeciwnym. Wobec tego, jeżeli na przesunięcie równoległych nici od jednej kreski do drugiej potrzeba mniej niż pięciu pełnych obrotów śruby mikrometru, należy zwiększyć powiększenie obrazu zapomocą przysunięcia obiektywu do limbusa przez wysunięcie go z oprawy.

Gdy obiektyw jest wysunięty z oprawy dla rektyfikacji runu, obraz powstaje głębiej w oprawie. Nie zmieniając odległości okularu od nici mikrometru, należy teraz pociągnąć całą oprawę mikrometru w górę, celem wprowadzenia obrazu limbusa w płaszczyznę nici mikrometru. Czynności te należy powtórzyć kilkakrotnie, dla doprowadzenia runu do przepisanej granicy. W razie, gdy dla przesunięcia nitek od jednej kreski limbusa do drugiej potrzeba więcej, niż pięciu pełnych obrotów śruby, postępujemy naodwrot.

W praktycznym zastosowaniu należy zrobić wstępne wyznaczenie runu na 5 lub 6 równoodległych miejscach limbusa, gdyż wartość runu wskutek mimośrodkowości limbusa nie jest jednakowa na całym obwodzie, a właściwą rektyfikację runu przeprowadzić na tem miejscu limbusa, gdzie run najmniej odbiega od swej średniej wartości. Ostateczną wartość runu należy wziąć, jako średnią z conajmniej 10 odczytów wartości obrotów śruby na przestrzeni jednej podziałki limbusa; odczyty te powinny być umieszczone w dzienniku pomiaru kątów poziomych.

Średni run pojedynczego mikrometru nie powinien przekraczać 2", a algebraiczna suma runów wszystkich mikrometrów — 1". Gdy powiększenie mikrometru jest małe, a poszukiwana poprawka jest bardzo nieznaczna, rektyfikację można przeprowadzić przez podniesienie lub opuszczenie całej oprawy mikroskopu zamiast zmiany położenia obiektywu w oprawie, gdyż zmiana odległości wpływa znacznie więcej na run, niż na paralaksę lub jasność obrazu.

Dokładność odczytów mikrometru polega w znacznej mierze na właściwym założeniu nici odczytowych. Winny one znajdować się w takiej odległości od siebie, żeby przy ustawieniu na kreskę limbusa pomiędzy tą kreską i niemi pozostawały wąskie paski jasnej powierzchni limbusa. Powinny one być równoległe do siebie i równoległe do kreszek podziałowych limbusa, w razie nierównoległości lub zwisania nici, należy je przestawić według opisu na str. 42. Nici muszą być pozatem grube, czarne i gładkie.

Wzory na poprawkę runu są podawane w rozmaitych podręcznikach w różnej formie. Poniżej podane wzory według Geodezji Crandall'a są równie dogodne do obliczeń, jak i inne.

niowej. (Mikroskop *A* nie posiada zwykle urządzenia do tej rektyfikacji). Wykonywujemy to przez przesunięcie śrubką *g* punktu zerowego płytki naprzeciw odpowiedniej kreski stopniowej i przez takie ustawienie bębna mikrometru, aby dawał odczyt zero wtedy, gdy równoległe nici są ustawione na zerowym zębie płytki. Gdy teodolit posiada trzeci mikroskop należy go ustawić w stosunku do mikroskopu *A* w podobny sposób.

W wypadku, gdy istnieje mimośrodkowość limbusa, mikrometry, odczytywane w rozmaitych położeniach limbusa, nie zachowują stałej różnicy. Dla określenia mimośrodkowości należy wykonać dostateczną ilość odczytów, a wyrównanie odległości mikrometrów przeprowadzić na tych miejscach limbusa, gdzie mimośrodkowość może być ściśle wyznaczona.

Pewne przesunięcie wprzód mikroskopu *B* w stosunku do mikroskopu *A* w ten sposób, ażeby odczyt na mikroskopie *B* był prawie zawsze większy niż odczyt na mikroskopie *A*, znacznie ułatwia wyznaczanie średnich z odczytów.

Rektyfikacja mikroskopu odczytowego. Teodolity o trzech mikrometrach zwykle są jeszcze zaopatrzone w mały mikroskop odczytowy z pojedynczą nitką w djafragmie, za pomocą którego odczytujemy stopnie i najbliższą niższą kreskę podziałową limbusa. Taki mikroskop powinien być uzgodniony w odczytach minut i sekund z mikrometrem *A* zapomocą jakiegokolwiek metody, przewidzianej dla tego rodzaju rektyfikacji.

Oświetlenie limbusa. Gdy przy wykonywaniu odczytów limbus jest oświetlany światłem sztucznym, ważną jest rzeczą, aby światło padało stale zgóry, lub prostopadle do limbusa wprost na kreskę podziałową, którą mamy odczytać. W przeciwnym wypadku otrzymamy znaczny błąd, spowodowany niesymetrycznym oświetleniem.

OBCHODZENIE SIĘ Z TEODOLITEM.

Najważniejszą rzeczą przy pracy czułym instrumentem pomiarowym jest troskliwe obchodzenie się z nim i utrzymywanie go w czystości. Gdy otrzymamy z magazynu zapakowany instrument, należy go rozpakować troskliwie i powoli, uważając na właściwą kolejność opakowania w skrzynce, a w czasie wstawiania go do skrzyni nigdy nie należy stosować siły przy umieszczaniu pewnych części na swoim miejscu. Unikać, o ile możności, uderzeń i wstrząsów, gdyż pewne części instrumentu są bardzo delikatne i łatwo je uszkodzić. Przy podnoszeniu instrumentu chwycić zawsze za podstawę lub pierścień do podnoszenia, a nigdy za podpórki lunety lub ramiona mikrometrów. Unikać zbyt

mocnego dokręcania śrub, zwłaszcza śrub rektyfikacyjnych, wkręcanych zapomocą sztyftów.

Niezbędnym wstępem do umiejętności obchodzenia się z instrumentem, jego rektyfikacji i naprawy dla obserwatora, jest zapoznanie się z zasadami i szczegółami budowy narzędzia. Nie oznacza to jednakże, że przed obserwacją nowym instrumentem musi go się rozebrać i złożyć, lecz że obserwator winien korzystać z każdej okazji w magazynie narzędziowym, albo też od doświadczonego obserwatora, dla zaznajomienia się z częściami instrumentu, których dotąd nie widział. Winien on także zaznajomić się ze szczegółami konstrukcji, które mu są na pierwszy rzut oka niejasne, dla szybszego rozpoznania przyczyn niedomagań instrumentu.

Przy przewozie samochodem, dla osłabienia kołysania i wstrząsów, pod skrzynię z teodolitem podkładamy wór, napełniony wiórkami drzewnymi lub poduszkę z koców. Stale trzeba się upewniać, czy teodolit jest bezpiecznie przytwierdzony w skrzyni. Przy dłuższym przewozie okrętem wszystkie wolne miejsca pomiędzy instrumentem i skrzynią należy zapełnić papierem, co zabezpieczy instrument od uszkodzenia w razie urwania się jakiegось jego części; nie należy jednak używać do tego celu wełny drzewnej, gdyż pył, jaki się z niej wytwarza, jest bardzo przenikliwy i może spowodować uszkodzenie pracujących powierzchni teodolitu.

Dobry obserwator we wszystkich warunkach potrafi utrzymać instrument w czystości. Warunki atmosferyczne działają szkodliwie na powierzchnie metalowe, które nienaoliwione rdzewieją, natomiast przy nadmiernym użyciu oliwy gromadzą na sobie pył i piasek. Najlepiej jest każdorazowo przed rektyfikacją lub obserwacją przetrzeć lekko wszystkie odkryte powierzchnie instrumentu. Po ustawieniu instrumentu najpierw oczyszczamy z kurzu pędzelkiem wszystkie części emaljowane lub malowane, poczem przecieramy szmatką zlekką zwilżoną lekką oliwą wszystkie pracujące powierzchnie, jak łożyska, czopy i odkryte śruby. Następnie przecieramy suchą, miękką szmatką wszystkie powierzchnie naoliwione, celem usunięcia nadmiaru oliwy, pozostawiając jej tylko tyle, ile ściśle przylega do powierzchni metalu. Jeżeli w powietrzu znajduje się dużo pyłu, łożyska i czopy należy czyścić często dla zabezpieczenia ich przed zużyciem i dla uniknięcia błędów. Najlepiej wykonać to zwyczajnie czystym palcem, który oczyści łożyska z kurzu i jednocześnie zostawi prawidłową ilość oliwy na metalu. O ile ilość pyłu w powietrzu jest niewielka, to dobre osiadanie czopów w łożyskach otrzymamy, poruszając lunetą w czasie obserwacji dokoła jej osi poziomej lekko wgórę i wdół. Przy pakowaniu instrumentu do długiej podróży statkiem, zwłaszcza na

morzu, należy dla zabezpieczenia od wilgoci wszystkie polerowane części instrumentu pokryć grubą warstwą oliwy. Powierzchnie nośne i suwak mikrometru wymagają specjalnej pieczołowitości. Przy niskiej temperaturze często wykrywamy w nich duże tarcie. W wielu wypadkach wskazuje to na nadmiar oliwy na powierzchniach, pomiędzy którymi jest zamało luzu. Należy wtedy odpowiednią część instrumentu zdjąć, wytrzeć starą oliwę i dodać świeżej, poczem znowu wytrzeć ją suchą miękką szmatką bez pakuł (szarpi) i przymocować z powrotem do instrumentu. Oliwa, przylegająca do metalu, wystarczy do dostatecznego oliwienia. Przy niektórych teodolitach mamy specjalne urządzenia do rektyfikacji stożkowych powierzchni nośnych przy zmianach temperatury, ale i w tym wypadku nie powinno być nadmiaru oliwy przy chłodnej pogodzie, gdyż w przeciwnym razie albo ciśnienie jest zbyt wielkie, albo zbyt duży niedozwolony luz.

Zewnętrzne powierzchnie soczewek wymagają częstego czyszczenia, ale powinny być jaknajmniej wycierane. Kurz należy usuwać z początku pędzelkiem z sierści wielbłądziej, następnie wziąć miękkie papierki lub starą lnianą szmatką i lekko przesuwając po powierzchni dla usunięcia resztek brudu. Gdy dalsze czyszczenie jest niezbędne, można wytrzeć soczewkę bardzo lekko zwilżonym papierem, wolnym od bardzo pospolitych cząstek krzemowych. Tłuste plamy można usuwać zapomocą szmatki lub papierka, zwilżonego w alkoholu, który jednak użyty w nadmiarze może przeniknąć do środka i rozpuścić balsam, którym niektóre soczewki są spajane. Soczewki po takim czyszczeniu pozostają zamglone i nie da się ich oczyścić polowymi sposobami. Soczewki złożone tylko w ostateczności mogą być w polu rozkładane na części składowe. W razie konieczności rozebrania soczewki złożonej należy na niej zrobić znak, aby można było złożyć ją z powrotem, zachowując ściśle wzajemne położenie soczewek składowych.

Nagłe naprawy. Pomimo troskliwego obchodzenia się z instrumentem, warunki przewozu powodują często konieczność pewnej naprawy w sezonie polowym. Strata dla partji, którą spowodowałyby oczekiwanie na wymianę instrumentu, zmusza obserwatora do przeprowadzenia koniecznej naprawy, o ile tylko to jest możliwe.

Naprawą najczęściej dokonywaną w polu, jest zamiana jednej lub więcej nici w lunecie lub w mikroskopach. Wymaga to staranności i cierpliwości, lecz nie jest trudnem, o ile pod ręką rozporządzamy właściwym materiałem i narzędziami. W przewidywaniu takiego wypadku każdy kierownik partji powinien otrzymać z magazynu kokon jedwabnika, roztwór czystego szelaku w alkoholu i mały kawałek wosku pszczelnego. Pożądane byłoby posiadanie

lupy zegarmistrzowskiej, jednakże można też używać zwyczajnego szkła powiększającego lub obiektywu lornetki, a nawet lupę nonjusa teodolitu można zupełnie dobrze użyć do tego celu. Sposób zakładania nici jest następujący:

Zdjąć osroźnie mikrometr, aby nie uszkodzić nici, nie wymagających zamiany. Oczyszczyć alkoholem brud i szelak z tego miejsca na którym ma być umocowana nić. Jeżeli tylko jedna nitka z pary jest zerwana, to oczyszczenie suwaka jest często niemożliwe bez uszkodzenia drugiej nici; ale nie stanowi to zbytniego kłopotu, nawet gdy to się zdarzy, gdyż założenie pary nici jest prawie równie łatwe, jak i założenie pojedynczej.

Po oczyszczeniu umieścić suwak w stałej pozycji na jasnym tle, tak aby nici było dobrze widać. Przylepić po kawałku wosku do ostrzy cyrkla, lub do dwóch końców kawałka drutu, zgiętego w kształcie V, końcami obróconego nadół, poczem do jednego ostrza przylepić jeden koniec nitki z kokona. Przy swobodnie zwisającym kokonie okręcamy kuleczkę wosku nitką dwa lub trzy razy, poczem przylepiamy nitkę do kuleczki na drugim końcu, okręcając ją dwa lub trzy razy przed odcięciem. Naciągnąć nitkę, aby zniknęły z niej węzły, następnie potrzymać ją przez kilka sekund w ciepłej wodzie; rozciągnąć ją nieco, znowu opuścić do wody powtarzając tę czynność dopóty, dopóki dwie lub trzy nitki się nie zerwą, na podstawie czego możemy określić, do jakiego stopnia doprowadzić rozciąganie, aby nitki nie zerwać. Następnie końce cyrkla z naciągniętą nicią umieszczamy w ten sposób, aby obejmowały suwak, starając się umieścić nitkę w mniej więcej prawidłowym położeniu, stosownie do kresk, wrytych na suwaku. Zaciskamy nieco końce cyrkla, aby nitka nie była zanadto naciągnięta.

Jeżeli mamy zakładać parę nici, należy użyć drugiego cyrkla i umieścić także drugą nitkę na właściwym miejscu w ten sposób, aby końce jednego cyrkla znalazły się nazewnątrz drugiego. Posiłkując się szkłem powiększającym doprowadzamy nitki zapomocą igły do równoległości i ustawiamy we właściwym odstępnie według kresk, wrytych na suwaku. W końcu umieszczamy na każdym końcu nici małą kropelkę szelaku przy pomocy uszka igły, dla przytwierdzenia nitek do suwaka. Po kilku minutach, gdy szelak zaschnie, możemy końce nitek odciąć i zwolnić cyrkiel. Szelak musi być dobrego gatunku, aby natychmiast po użyciu utworzył cienką warstwę na metalu, w przeciwnym razie nitki nie będą dobrze naciągnięte. W ten sposób umocowana nitka, rzadko będzie zwisać przy wilgotnym powietrzu. Nitki w lunecie powinny być zmontowane w odległości 25" do 35" jedna od drugiej, dla otrzymania najlepszych wyników przy śred-

niej sile światła. Odstęp nici kontrolujemy przez nastawianie na 30-sekundowy odcinek, zaznaczony w odpowiedniej odległości od lunety.

Zamiast nitki z kokonu możemy używać cienkich drucików wolframowych, ale wolfram musi być oczyszczony alkoholem, rozciągnięty na miejscu znaczną siłą i przymocowany kilku warstwami bzdzo słabego roztworu kolodjum. Nitki jedwabne łatwiej jest zakładać, niż wolframowe.

Naprawa złamanych części jest w znacznej mierze kwestją wynalazczości, połączonej z istotną znajomością właściwego działania instrumentu. Starty gwint śruby można tymczasowo zastąpić gumą lub lakiem, o ile nie jest to śruba, którą trzeba poruszać przy rektyfikacji; na miejscu złamanej śruby można czasami ustawić patyk z twardego drzewa. Złamaną podstawkę poziomicy można tymczasowo usztywnić lakiem, a nawet złamaną podpórkę mikroskopu można dostatecznie usztywnić zapomocą odpowiednio dopasowanego kawałka drzewa, owiniętego drutem lub sznurkiem, naciągniętym przy pomocy klina. Wynalazczość jest niezbędną cechą, którą winien posiadać triangulator pracujący w mało uczęszczanych okolicach.

Gdy przy obserwacjach otrzymujemy błędne rezultaty, których źródła nie jesteśmy w stanie poznać, należy rozpatrzyć szczegółowo całą konstrukcję teodolitu. Sprawdzić, czy soczewki obiektywu pasują ściśle do oprawy, w przeciwnym razie dokręcić wewnętrzną śrubę. Następnie sprawdzić, czy wyciąg okularowy porusza się ciasno w oprawie lunety i czy którakolwiek ze śrub nie jest obluźwana. Sprawdzić, czy śruby nastawnicze są dobrze ściśnięte śrubkami zaciskowymi. Skontrolować oś poziomą, podpory lunety, zespół śrub zaciskowych, sprawdzić, czy podpórki mikroskopu nie są złamane i czy limbus jest dobrze przyśrubowany do spodarki. Obejrzeć także połączenie oprawy lunety z osią poziomą oraz połączenie oprawki obiektywu z lunetą.

Jeżeli zgodność oddzielnych pomiarów kierunków jest dostateczna, lecz zamknięcia trójkątów wielkie, to przyczyna prawdopodobnie nie leży w instrumencie lecz w warunkach atmosferycznych, powodujących refrakcję boczną. W innym wypadku może to być spowodowane niestałością stanowiska, lub złem ustawieniem teodolitu. Błąd może być także spowodowany mimośrodkowością celu. Wszystko to może być przyczyną złych wyników i obserwator nie powinien spocząć, dopóki błędu nie wykryje.

OCENA JAKOŚCI TEODOLITU.

Dla zadecydowania, jaka metoda obserwacji pozwoli nam na najekonomiczniejsze osiągnięcie dokładności, wymaganej dla pewnego rzędu pracy, niezbędne jest poznanie jakości instrumentu. O jakości przyrządu nie stanowi jednakże ani jego rozmiar ani dokładność odczytu mikrometrów. Najlepszym sprawdzianem dobroci instrumentu są rezultaty, otrzymane przy pracy w polu, kiedy jednak otrzymujemy nowy teodolit, musimy dla jego oceny stosować inne metody.

Już pobieżny przegląd instrumentu da nam odrazu wiele danych, dotyczących jego wykonania i dokładności. Dla wydania sądu o dokładności teodolitu musimy zbadać następujące cztery jego cechy konstrukcyjne: podział limbusa, konstrukcję mikrometrów i ich wykonanie, dopasowanie osi i śrub zaciskowych i wreszcie optyczne własności lunety. Chociaż dokładność podziału limbusa jest najważniejszą cechą, jednakże i wszystkie pozostałe muszą być zupełnie zadawalające, aby osiągnąć jak najlepsze wyniki.

Przed badaniem jakości narzędzia należy przeprowadzić wszystkie możliwe, powyżej opisane rektyfikacje. Wzajemne połączenie osi alhidady i limbusa oraz grę pomiędzy nimi badamy przez nastawianie mikrometru na kreski podziałowe limbusa przy różnych jego położeniach i badanie ruchu nici pod wpływem lekkiego ciśnienia na różne części limbusa i alidady przy sprzężonym limbusie. Wielkość tarcia osi może być osądzona z wielkości siły, jaką należy zastosować do poruszania zwolnionej alhidady dokoła jej osi pionowej.

Stosunek pomiędzy największym osiągalnym powiększeniem lunety i skokiem leniwki winien być taki, że ledwo dostrzegalny ruch leniwki, powinien spowodować również ledwo dostrzegalny ruch przedmiotu poprzez nitki lunety. Podobny stosunek powinien także zachodzić pomiędzy powiększeniem mikroskopu i skokiem śruby mikrometru.

Zespół leniwki powinien być zbadany na terenie za pomocą obserwacji w lunecie, polegającej na zbadaniu, czy przy wykręcaniu leniwki zachodzi pewne opóźnienie w ruchu lunety. Śruby mikrometrów należy sprawdzić w poniższy sposób. Teoretycznie końcowy ruch leniwki lub śruby mikrometru, powinien iść w kierunku na sprężynę, t. j. leniwka powinna być wkręcana. Na podstawie jednak licznych doświadczeń stwierdzono, że przy starannem wykonaniu i czystem utrzymaniu leniwek i śrub mikrometru, kierunek końcowego ruchu śruby nie wpływa dostrzegalnie na dokładność nastawiania: ani przy ostatecznem nastawianiu przez wkręcanie, ani przez wykręcanie śruby nie stwierdzono dostrzegalnego błędu. Skoro jednakże przy

ostatecznem nastawianiu przez wykręcanie wykryjemy zwolnienie ruchu lunety, choć śruba została starannie oczyszczona i naoliwiona, należy albo sprężynę wzmocnić, albo wykonywać ostatecznie nastawienie zawsze przez wkręcenie śruby mikrometrycznej.

Konstrukcja mikrometrów i ich dokładność może być zbadana zapomocą wykonania serji około 20 odczytów przy sprzęgniętej alhidadzie na pewnej kresce podziałowej. Wahania odczytów nie powinny przekraczać wartości podwójnej podziałki bębna mikrometru.

Nie posiadamy odpowiedniej metody dla dokładnego określenia w polu błędu podziału limbuse, lecz opisany poniżej sposób pozwala nam na wystarczające jednoczesne wyznaczenie dokładności podziału limbuse i konstrukcji mikrometrów. Na każdym z dwu mikrometrów robimy staranne odczyty w równych odstępach na limbuse, np. co 10° i na podstawie tych odczytów wykreślamy krzywą, podobnie jak na Fig. 22, łącząc punkty, oznaczające średnie z różnic odczytów.

Taka krzywa wskaże nam trzy rzeczy:

1) algebraiczna średnia z różnic odczytów (odczyt mikrometru A mniej odczyt mikrometru B) przedstawia nieprawidłowości w rozstawieniu mikrometrów A i B na limbuse, których prawidłowy odstęp powinien wynosić 180° , wskazuje jednocześnie o jaką wielkość musiałaby być przesunięta pozioma linja odniesienia (oś odciętych), aby suma rzędnych dodatnich była równa sumie rzędnych ujemnych,

2) amplituda średniej krzywej, wykreślonej przez wyznaczone punkty, przedstawia mimośród limbuse względem osi obrotu mikrometrów, łącznie z przypadkowemi i krótko-okresowemi błędami w punktach maksimum i minimum odchylenia; ta krzywa ekscentryczności jest sinusoidą,

3) odchyłki naniesionych punktów, przedstawiających różnice od krzywej średniej, są miarą miejscowych, przypadkowych błędów podziału, łącznie z błędami, pochodzącymi z odczytu mikrometrów.

Przy średnicy limbuse 25 — 30 cm te odchyłki pośredniej krzywej w nielicznych tylko wypadkach mogą przekraczać $1''$, a zawsze powinny być mniejsze od $2''$. Błędy, spowodowane ekscentrycznością, eliminują się przez odczyty na dwu lub więcej mikrometrach, rozstawionych na limbuse w równych odstępach.

W pewnych teodolitach możemy zauważyć, że przy pewnych położeniach koła otrzymujemy dla wszystkich kierunków wartości większe lub mniejsze od wartości średniej, niezależnie od wielkości kąta pomiędzy kierunkiem początkowym. o kierunkiem obserwowanym. Wypadek taki może być spowodowany jedynie tem, że podział limbuse w miejscu nastawienia kierunku początkowego, posiada błąd kątowy w stosunku do średniej z pozostałych podziałek limbuse.

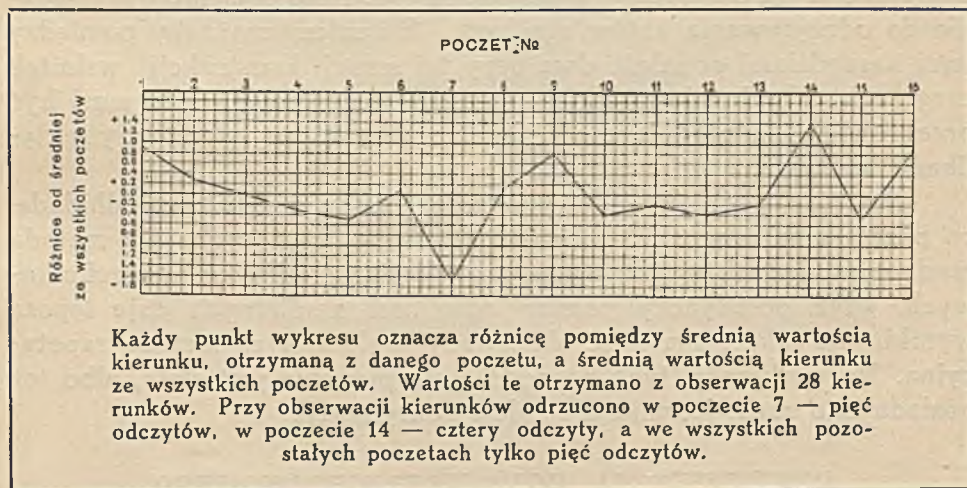
Istnienie tego błędu możemy wykryć przez porównanie pewnych wyników po dokonaniu obserwacji na kilku stanowiskach. Można to wykryć przez wypisanie dla każdego nastawienia limbusa odchyłki od średniej wartości kierunku, biorąc dostateczną ilość kierunków



Fig. 22. Różnice odczytów mikrometrów A i B przy nastawieniach rozmieszczonych równomiernie na limbusie.

Przebieg i analiza takiego wykresu daje cenne informacje o jakości teodolitu.

dla usunięcia wpływu błędów podziału na miejscach limbusa, odczytywanych przy nastawieniu na inny kierunek, niż początkowy. Fig 22a przedstawia krzywą, wykreśloną na podstawie rezultatów takiego wynotowania. Wskazuje ona, że poczet Nr. 7, odpowiadający nastawie-



Każdy punkt wykresu oznacza różnicę pomiędzy średnią wartością kierunku, otrzymaną z danego poczetu, a średnią wartością kierunku ze wszystkich poczetów. Wartości te otrzymano z obserwacji 28 kierunków. Przy obserwacji kierunków odrzucono w pocziecie 7 — pięć odczytów, w pocziecie 14 — cztery odczyty, a we wszystkich pozostałych poczetach tylko pięć odczytów.

Fig. 22a. Błędy względne podziału limbusa przy różnych poczetach.

niu $67^{\circ} 03' 10''$ jest za niski, a poczet Nr. 14, odpowiadający nastawieniu $146^{\circ} 01' 50''$, jest za wysoki. Jeżeli stwierdzimy istnienie tego błędu, należy zmienić nastawienie początkowe o pewną ilość całych stopni wprzód lub wtył. Gdy błąd podziału ma charakter przypad-

kowy, albo wykazuje niewielkie wahania, skłonność danego położenia limbusem do dawania wartości kierunków mniejszych lub większych od średniej, można poprawić przez zmianę nastawienia początkowego. Takie niewielkie odchyłki w nastawieniach od najlepszego teoretycznie rozdziału nastawień dla usunięcia błędu podziału, będzie miało bardzo nieznaczny wpływ na ostateczną dokładność.

Podobna zmiana w nastawieniu limbusem może być często użyta z korzyścią wtedy, kiedy zachodzi konieczność powtórnego pomiaru poczetu ze względu na odrzucenie pewnego kierunku, chociażby nawet nie dlatego, że początkowe nastawienie może mieć zaduży błąd podziału, lecz wobec tego, że mikrometry mogą dawać odczyty błędnej części limbusem, podczas nastawienia lunety na inny punkt, a nie na początkowy.

KOŁO WIERZCHOŁKOWE.

Niektóre narzędzia kierunkowe nie są zaopatrzone w koło pionowe i wtedy do pomiaru kątów pionowych musimy używać specjalnego narzędzia. Takie dodatkowe narzędzie znane jest w „Służbie Pomiarów” pod nazwą koła wierzchołkowego. Niektóre z tych przyrządów są to instrumenty uniwersalne z kołem pionowym o podziale dokładniejszym, niż podział koła poziomego. Koło poziome służy jedynie do odczytywania kątów zgrubsza. Z trudem możnaby pomiędzy temi narzędziami odnaleźć dwa typy tej samej konstrukcji, wskutek czego rektyfikacja nie może być podana szczegółowo, lecz musi być przeprowadzona zgodnie z ogólnymi zasadami, przyjętymi przy rektyfikacji teodolitu.

Niektóre z nich posiadają na kole pionowym limbus i alhidadę, co pozwala na użycie ich jako narzędzi powtarzających. Ta metoda rzadko jest jednakże stosowana przy pomiarach kątów wierzchołkowych, gdyż pojedynczy pomiar odległości zenitalnych daje lepsze wyniki, niż taka sama ilość obserwacji wykonanych metodą repetycyjną. Na większości tych narzędzi koło pionowe jest stałe, albo też posiada ono ruch, jedynie dla celów rektyfikacji.

REKTYFIKACJA KOŁA WIERZCHOŁKOWEGO.

Rektyfikacja przyrządów optycznych. Rektyfikacja ogniska i paralaksy lunety jest taka sama, jak i przy teodolicie (patrz str. 36). Błąd kolimacyjny eliminuje się metodą obserwacji. Mikroskopy non-jusza muszą być zrektyfikowane celem usunięcia paralaksy.

Rektyfikacja osi poziomej. Koło pionowe ustawiamy wiernie w położeniu pionowym przez spoziomowanie osi poziomej, z którą

jest ono sztywnie połączone. Dokonujemy tego zapomocą poziomnicy nasadkowej zwykłym sposobem (patrz str. 30). Gdy nie posiadamy poziomnicy nasadkowej, możemy doprowadzić oś pionową do położenia pionowego zapomocą poziomnicy, przymocowanej na kole pionowym, lub zapomocą jakiegokolwiek przyrządu do poziomowania, znajdującego się na narzędziu, uważając oś poziomą za prostopadłą do osi pionowej.

Rektyfikacja poziomnicy koła pionowego. Poziomnica ta przymocowana jest czasami do limbusa koła pionowego, czasami do ramion nonjuszy, a przy narzędziach powtarzających do podpory osi pozio-

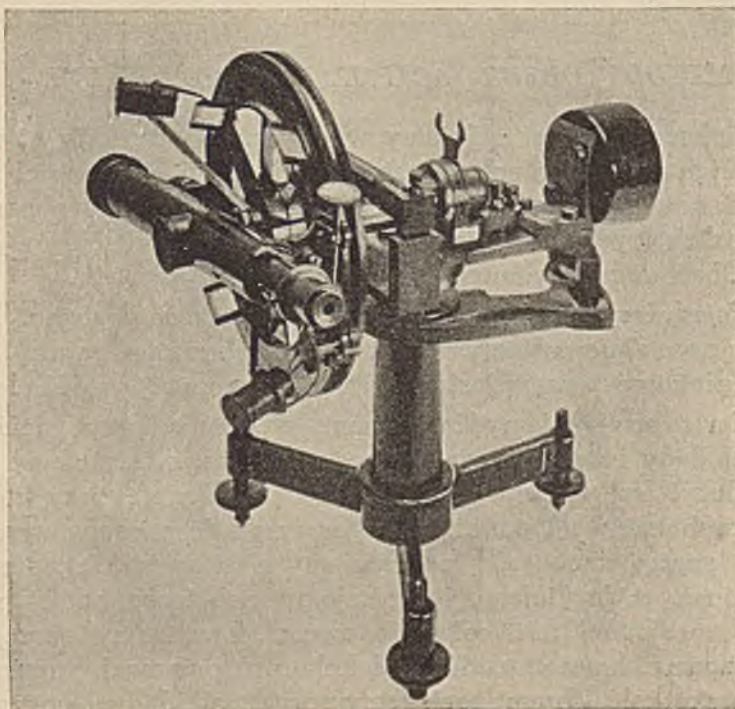


Fig. 23. Koło wierzchołkowe.

Jest to narzędzie powtarzające, służące do pomiaru odległości zenitalnych, o średnicy koła około 18 cm, z 4 nonjuszami o dokładności odczytu 10".

mej. Jeżeli poziomnica jest umocowana na ramionach nonjuszy, należy bańkę po nastawieniu na cel, przed zrobieniem odczytu, doprowadzić ruchem leniwki na środek, lub też odczytać położenie końców bańki na podziałce rurki i wprowadzić do odczytu odwiednią poprawkę. Jeżeli poziomnica jest przymocowana do podpory osi, lub do limbusa koła pionowego, to musi być tak zrektyfikowana, aby bańka pozostała

wpobliżu środka także po obrocie koła pionowego o 180° , chociaż, jeżeli nawet bańka po obrocie koła wychyli się poza podziałkę, można ją po przetrzucie lunety przez zenit sprowadzić przed odczytem na środek zapomocą śrub nastawniczych. Takie postępowanie nie spowoduje błędu. Bańka *nie* może być sprowadzona na środek zapomocą śruby, służącej przy niektórych instrumentach do rektyfikacji poziomnicy w stosunku do limbuse koła pionowego. Wzajemne położenie nici poziomej lunety i podziałki koła nie może być zmieniane w czasie pomiędzy nastawieniami przy obu położeniach lunety.

METODY OBSERWACJI KĄTÓW PIONOWYCH.

Plan obserwacji jest układany w ten sposób, że kąty otrzymane na wszystkich instrumentach repetycyjnych i na większości innych narzędzi stanowią podwójne odległości zenitalne punktów obserwowanych. Na niektórych instrumentach otrzymujemy podwójną wysokość punktu. Obserwacje wykonuje się w następujący sposób.

a) *Pojedynczy pomiar kąta instrumentem repetycyjnym.* Sprzęg alhidady łączy ramiona nonjuszów z kołem pionowym, sprzęg limbuse łączy koło pionowe z ramą instrumentu. Każdy sprzęg posiada leniwkę.

Najpierw poziomujemy instrument, następnie przy zaciśniętym sprzęgu alhidady i zwolnionym sprzęgu limbuse, odczytujemy i zapisujemy odczyt koła pionowego. Nastawiamy lunetę przy kole prawem w przybliżeniu na punkt, którego wysokość chcemy wyznaczyć, zaciskamy sprzęg limbuse i poprawiamy nastawienie zapomocą leniwki limbuse. Odczytujemy i zapisujemy położenie bańki poziomnicy, przymocowanej na kole pionowym. Zwalniamy sprzęg alhidady, obracamy lunetę o 180° dokoła osi pionowej, nastawiamy na punkt przy kole lewym, zaciskamy sprzęg alhidady i poprawiamy nastawienie leniwką alhidady. Odczytujemy poziomnicę i koło. Pojedynczy pomiar podwójnej odległości zenitalnej jest skończony. Następny pomiar rozpoczynamy od koła lewego i kończymy na kole prawem, lecz przed rozpoczęciem pomiaru odczyt koła należy zmienić conajmniej o 1° , aby ograniczyć wpływ ewentualnego błędu w odczycie kąta tylko do jednego pomiaru kąta.

b) *Koło nieruchome.* Po spoziomowaniu instrumentu nastawiamy lunetę na cel przy kole prawem, odczytujemy położenie bańki, lub ustawiamy bańkę na środek zapomocą leniwki przy nonjuszach i odczytujemy koło. Następnie celujemy na punkt przy kole lewym i odczytujemy poziomnicę i koło. Zamiast odczytywania poziomnicy

przy drugim nastawieniu, możemy doprowadzić bańkę na środek za pomocą śrub nastawniczych przed ostatecznym nastawieniem na cel lub za pomocą leniwki przy nożyszach po nastawieniu. Przy powtórnych pomiarze podwójnej odległości zenitalnej pomiary rozpoczynamy od koła lewego i kończymy na kole prawem. Jeżeli luneta instrumentu o nieruchomem kole pionowem nie jest urządzona do przerzucania przez zenit, lecz dla przerzutu musi być wyjmowana z łożysk, możemy zaoszczędzić sobie czasu, mierząc równocześnie kąty pionowe więcej, niż jednego punktu. Celujemy wtedy kolejno na wszystkie punkty przy kole prawem (lub lewem) i po przerzuceniu lunety celujemy w odwrotnym porządku przy kole lewem (prawem). Teoretycznie metoda ta nie jest tak dokładna, jak pomiar pojedynczych kątów, gdyż w okresie czasu, jaki upływa pomiędzy dwu nastawieniami każdego oddzielnego pomiaru tego samego kąta, mogą powstać w instrumencie pewne zmiany. Ze względu jednak na to, że na pojedynczy pomiar odległości zenitalnych kilku punktów tracimy nie więcej, niż 10 do 15 minut, błędy spowodowane przez te zmiany będą zwykle znacznie mniejsze, niż błędy refrakcji.

Sposób obliczania podwójnych odległości zenitalnych zależy od systemu podziału koła pionowego. Opis metod, stosowanych przy różnych podziałach koła, jest podany w rozdziale „Obliczenia polowe”. Na wszelki wypadek należy przy zapisywaniu w dzienniku polowym pierwszej obserwacji danym instrumentem zanotować sposób podziału koła.

Jeżeli przy obserwacji punktu o znacznem wzniesieniu używamy przyzmatu zenitalnego, należy bardzo starannie usunąć paralaksę, w przeciwnym bowiem razie do obserwacji może wejść błąd stały. Przy obserwacjach gwiazd w pobliżu pierwszego wertykułu dla wyznaczenia czasu miejscowego błąd, spowodowany paralaksą, jest przeciwnego znaku dla gwiazd wschodnich i zachodnich. Wzory na poprawki kątów przy odczytywaniu poziomnicy są podane na str. 103.

PIONOWNIK.

Narzędzia tego (fig. 24) używamy do centrowania teodolitu, lampy lub heljotropu na podwyższonych stanowiskach, jak np. na wieżach triangulacyjnych, lub też do osadzania znaków stabilizacyjnych pod określonym punktem wieży triangulacyjnej.

Zasadniczo narzędzie to składa się z lunety z krzyżem nitkowym, naciągniętym w otworze przesłony, ze spodarki z trzema śrubami nastawniczymi i długiej pionowej oprawy, w której jest umieszczona

rządy, będzie w możności dokonać pewnych, czasami niezbędnych, poprawek.

Busola. Busola, w którą należy wyposażyć każdego heljotropistę, powinna być porównana z innymi busolami, lub sprawdzona na podstawie kierunku o znanym azymucie. Heljotropistom należy wyjaśnić działanie magnesu i konieczność podnoszenia igły przy przewożeniu busoli. Zasady orientacji map i szkiców z uwzględnieniem deklinacji magnetycznej winny być dokładnie wyjaśnione, a znajomość tych kwestyj sprawdzona przed wysłaniem heljotropisty na jego pierwszy punkt.

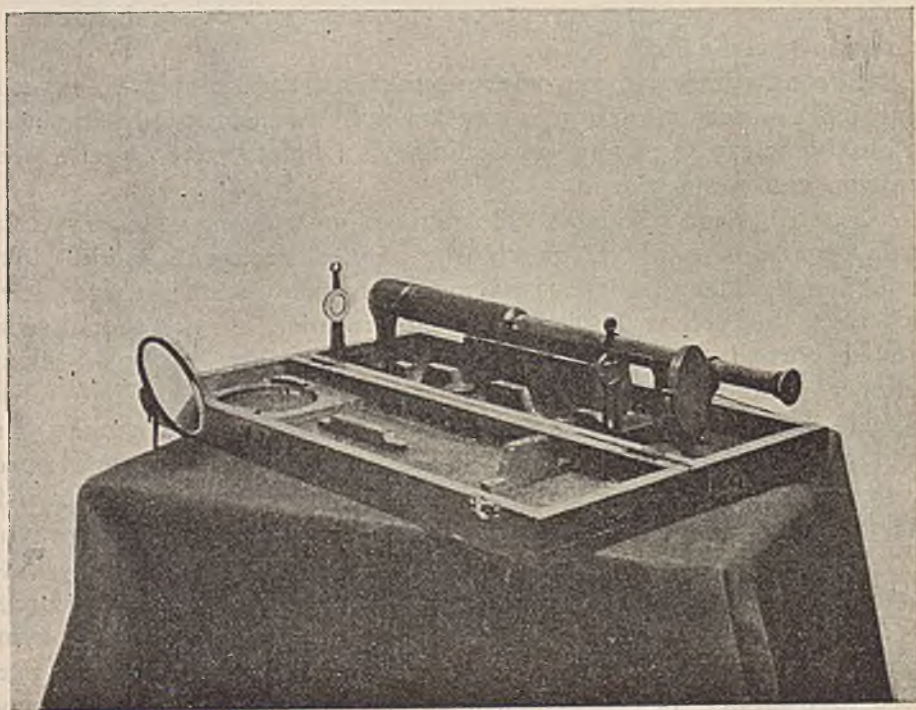


Fig. 25. Heljotrop typu skrzynkowego.

Ilustracja przedstawia urządzenie pierścieni celowniczych, pomocnicze lustro i lunetę.

Heljotrop. Nieuszkodzony heljotrop nie wymaga rektyfikacji. Jedynie uszkodzenie, wymagające rektyfikacji, stanowi zgięcie jakiegokolwiek części przyrządów celowniczych. W tym wypadku linja, łącząca stanowisko z celem, nie jest równoległa do linji, przechodzącej przez środki pierścieni celowniczych. Celem sprawdzenia należy nawiązać lunetę heljotropu na jakiś bliski przedmiot, np. na skałę lub namiot

i skierować odbite światło tak, aby cień od tylnego pierścienia pokrył pierścień przedni. Środek pola widzenia lunety winien padać o tyle ponad środek krążka światła, o ile oś celowa lunety przechodzi ponad linią, łączącą środki pierścieni. Gdy to nie zachodzi, część uszkodzona musi być odśrubowana, wyprostowana i po wyprostowaniu umieszczona zpowrotem na swoim miejscu.

Każdy heljotropista winien umieć skonstruować prowizoryczny heljotrop (fig. 25a). Prowizoryczny heljotrop składa się z deski z dwoma wbitemi w nią na odległości około 60 cm jeden od drugiego gwoździami; główki tych gwoździ służą do nadania kierunku wiązce promieni odbitego światła. Deskę umieszcza się na stanowisku, ustawiając główki gwoździ w kierunku na stanowisko obserwatora. Do przedniego gwoźdźa przykleja się wąski pasek papieru, wystający nieco ponad główkę. Zapomocą zwykłego lusterka o średnicy kilku

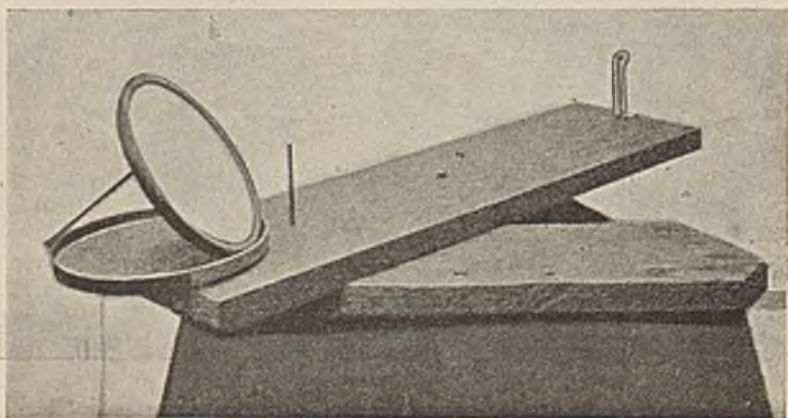


Fig. 25a. Prowizoryczny heljotrop.

Lusterko toaletowe, deska i dwa gwoździe mogą w braku innego stworzyć użyteczny heljotrop.

centymetrów kieruje się wiązkę odbitych promieni słonecznych wzdłuż linii główek gwoździ. Światło będzie skierowane dobrze, gdy cień główki tylnego gwoźdźa pokryje dokładnie główkę przedniego gwoźdźa. Dokładne wykonanie tej czynności ułatwia nam pasek papieru. Taki prowizoryczny heljotrop stosowany był z dobrym wynikiem przy długości celowej około 65 km. Jeżeli stanowisko obserwatora leży w kierunku przeciwnym do kierunku słońca, może się okazać potrzeba użycia pomocniczego zwierciadła do skierowania odbitych promieni słońca na zwierciadło, znajdujące się na linii gwoździ.

Lampy sygnałowe. Elektryczne lampy sygnałowe, otrzymujące prąd z suchych baterij, wyparły prawie zupełnie, używane poprzednio przez długi czas, lampy acetylenowe. Na fig. 26 przedstawiona jest lampa elektryczna, wzór 1924. Była ona przeznaczona specjalnie dla okolic, gdzie celowe nie przekraczały 40 km i gdzie chodziło o jaknajlepszy ekwipunek. W tych okolicach, gdzie ze względu na dłuższe celowe i mgliste powietrze jest potrzebne jaśniejsze światło, używa się lampy, przedstawionej na fig. 28.

Poza sprawdzeniem połączeń elektrycznych lampa wymaga jedynie dwóch rektyfikacji: rektyfikacji ogniska i rektyfikacji przyrządów celowniczych.

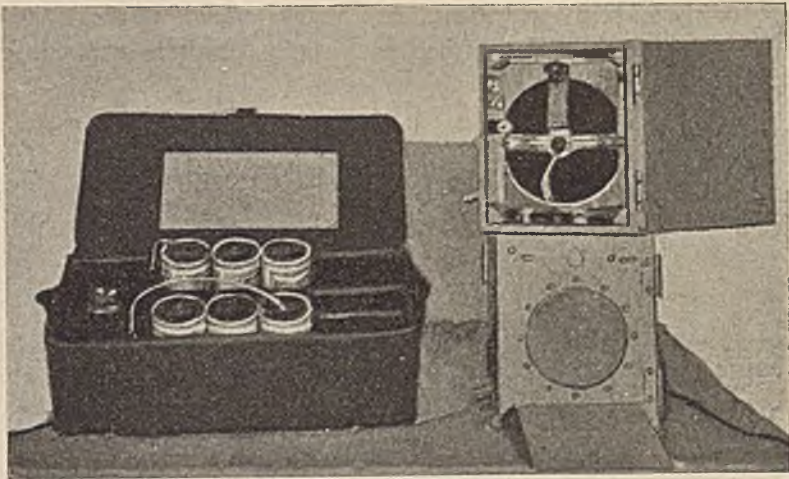


Fig. 26. Mała lampa sygnałowa automatyczna.

Zegar, widoczny w skrzynce z baterjami na lewo, nakręcany co 8 dni, posiada urządzenie do samoczynnego włączania światła co noc na przeciąg pewnej określonej liczby godzin.

Rektyfikacji ogniska dokonujemy zapomocą wkręcania lub wykręcania nagwintowanej tulejki, przez którą przechodzi przewodnik elektryczny do żarówki. Rektyfikację tę należy przeprowadzać każdorazowo przy zmianie przewodnika, gdyż błąd ogniska zmienia się dla różnych przewodników, choćby to były przewodniki o jednakowym przekroju. Rektyfikację tę przeprowadzamy w ten sposób, że kierując światło na płaską powierzchnię, np. na brezent, zawieszony w odległości conajmniej 30 m, działamy urządzeniem rektyfikacyjnym dopóty, dopóki najjaśniejszy krążek światła nie będzie tylko trochę większy od soczewki lampy. Przyrządy celownicze winny być tak ustawione, by wskazywały na punkt, znajdujący się o tyle wyżej

od środka krążka świetlnego, o ile przyrząd celowniczy jest położony wyżej od środka soczewki lampy. Ze względu na to, że przy przewozie z jednego punktu na drugi lampy podlegają rozregulowaniu, należy zawsze przed ustawieniem lampy na nowym punkcie przeprowadzić obie te rektyfikacje. Jeżeli mamy lampę, działającą automatycznie, która ma być ustawiona na nowym stanowisku i pozostawiona na niem, rektyfikację należy przeprowadzić poprzedniej nocy.

Rektyfikację można z dobrym skutkiem przeprowadzać także w dzień. Zmieniamy wtedy położenie żarówki dopóty, dopóki, patrząc z odległości 60 — 100 m, nie zaobserwujemy równomiernego oświetlenia całej powierzchni soczewki lampy. Jako punktu do rektyfikacji przyrządów celowniczych możemy użyć wierzchołka tyczki, umieszczonego w punkcie, gdzie światło jest najjaśniejsze.

ORGANIZACJA PARTJI.

USTALENIE PLANU PRACY.

Przed ustaleniem ogólnego planu przeprowadzenia prac polowych według zamierzonego projektu, kierownik partji winien zebrać jaknajdokładniejsze informacje, dotyczące kolei i dróg, warunków klimatycznych, dostępności punktów, możliwości zakupów oraz najlepszego systemu przewozu na terenie przyszłej pracy. Jeżeli na danym terenie dokonywano uprzednio wywiadu triangulacyjnego, wszystkie niezbędne wiadomości można będzie znaleźć zwykle w raporcie z wywiadu i w szczegółowych opisach punktów triangulacyjnych, uzupełnionych najlepszymi dostępnymi mapami.

Użyteczną rzeczą będzie sporządzenie dla każdego punktu sieci wykazu, zawierającego odległości do najbliższego miejsca zakupu, do najbliższego punktu, możliwego do osiągnięcia samochodem, do najbliższego źródła wody, a także odległości, wymagające przewozu jucznego lub przenoszenia ekwipunku na plecach.

W braku raportu z wywiadu, musimy się zadowolić mapami, raportami meteorologicznymi i wiadomościami od osób, znających dane okolice. O ile mamy czas na zasiągnięcie informacji listownych, możemy często otrzymać ściśle wiadomości, dotyczące dróg i ścieżek górskich, od naczelników stacyj pocztowych i leśników, zamieszkujących okolice, przez które ma prowadzić szlak naszej pracy.

Po zaznajomieniu się z przybliżonymi warunkami, które możemy spotkać, łatwo będzie wybrać najekonomiczniejsze środki przewozowe. Następnym etapem będzie określenie ilości jednostek przewozowych

i ilości pracowników. Punkt ten jest bardzo ważny ze względu na wielki wpływ, jaki wywiera na jednostkowy koszt pracy, oraz dlatego, że zapewnia dokładne studjum wszystkich czynników, wpływających na koszt pracy.

Właściwa partja obserwacyjna składa się zwykle z 3 do 5 ludzi razem z kierownikiem. Gdy mamy do rozporządzenia samochody, najodpowiedniejszy skład partji jest następujący: kierownik partji, jako główny obserwator, młodszy oficer — jego asystent, pisarz, mający pozatem obowiązek prowadzenia w razie potrzeby samochodu i szofer — monter. Warunki miejscowe mogą spowodować pewne zmiany w powyżej podanej organizacji partji. W zwykłych warunkach dwa samochody $\frac{3}{4}$ -tonnowe, lub 1-tonnowe starczą do przewozu partji obserwacyjnej i nawet w razie potrzeby do przeprowadzania sygnalizacji świetlnej.

Ilość heljotropistów w partji obserwacyjnej I rzędu waha się od 2 do 8. Celem najlepszego wyzyskania ich i zmniejszenia przez to ich liczby, należy wykonać 2 lub 3 projekty ruchu heljotropistów. Wartość względną każdego z tych projektów oceniamy na podstawie czasu, potrzebnego do przejazdu każdego z członków partji, przyjmując, że do przeprowadzenia obserwacji na jednym stanowisku wystarcza obserwatorowi jedna noc, o ile wszyscy heljotropiści znajdują się na swoich stanowiskach.

Raczej należy przyjąć plan, dający najmniejszy koszt wykonania obserwacji na jednym stanowisku, niż plan, pozwalający na osiągnięcie najmniejszych wydatków miesięcznych, lub na zaobserwowanie największej ilości punktów miesięcznie.

Przykład ruchu heljotropistów i obserwatora jest podany w poniższej tablicy. Został on dostosowany do okolic, gdzie heljotropista musi pozostawać na stanowisku przez cały czas, a lampy samoczynne używane są tylko pomocniczo.

Plan ruchu obserwatora i heljotropistów.

Obserwator	h e l j o t r o p i ś c i						
	B	D	H	K	P	U	dodatkowy
1	2	3	4	5	6	7	8
Haystack	Rawhide	Hobbs	Willow	Coleman	Notch	Chugwater	
Coleman	Haystack	"	"	"	"	"	
Notch	"	Whitaker	Ragged	"	"	"	
Chugwater	"	"	"	"	"	"	
Whitaker	Wadhill	"	"	Greentop	"	"	
Ragged	"	"	"	"	"	"	

Każdego heljotropistę oznaczamy literą, wybraną w ten sposób, aby nie była identyczna ani podobna do któregośkolwiek z umówionych w sygnalizacji znaków. W rubrykach pionowych pod literą każdego heljotropisty są wymienione kolejno zajmowane przez niego punkty, w liniach poziomych są podane stanowiska obserwatora i punkty, zajmowane przez poszczególnych heljotropistów w tym samym czasie. Tak np., gdy partja obserwacyjna znajdowała się na



Fig. 27. Mała lampa sygnałowa z ustawioną nad nią centrycznie tarczą.

Do tego typu lampy dorabia się tulejkę, przymocowywaną do wierzchu lampy w ten sposób, że wstawiony w nią drążek tarczy jest umieszczony centrycznie ponad punktem świetlnym lampy.

punkcie Haystack, heljotropista *B* był na punkcie Rawhide, heljotropista *D* na punkcie Hobbs i t. d. i wszyscy oni świecili w kierunku na Haystack. Następnie obserwator przesunął się na punkt Coleman, *B* przesunął się Haystack, a inni heljotropiści pozostali na swych starych stanowiskach, kierując światło na punkt Coleman.

Kolumna 8 jest potrzebna na wypadek, gdy z pewnego punktu mamy do zaobserwowania więcej kierunków, niż posiadamy heljotro-

pistów. W takich wypadkach na dodatkowego heljotropistę wyznaczamy kierowcę samochodu lub wynajętego na ten czas miejscowego robotnika. W razie, gdy takie punkty z dużą ilością kierunków zdarzają się często, ekonomiczniej będzie posiadać stałego, dodatkowego heljotropistę, gdyż używanie do tego celu kierowców samochodowych i częste odrywanie ich od właściwego zajęcia w partji obserwacyjnej, może spowodować dużą stratę czasu dla partji.

Przy projektowaniu ruchu heljotropistów można stosować rozmaite metody. Dla umożliwienia oceny względnej ich wartości podajemy poniżej opis typowych metod.

Przy niewielkiej długości boków, punktach łatwo dostępnych i niewielu stanowiskach o dużej ilości kierunków, 5 heljotropistów będzie stanowić skład najkorzystniejszy pod warunkiem, aby dwóch z nich było wyposażonych w samochody. Dwóch z nich — jeden z samochodem, drugi bez, znajdują się stale na przedzie partji obserwacyjnej, druga zaś para z jednym samochodem posuwa się z tyłu. Piąty heljotropista zajmuje punkt, leżący po przeciwnej stronie łańcucha, w stosunku do stanowiska kierownika partji. Podczas przejazdu partji obserwacyjnej naprzód, przedni heljotropista, posiadający samochód, zabiera drugiego przedniego, przewozi go na sąsiedni punkt, poczem sam udaje się na swój punkt. W podobny sposób zmienia miejsca i tylna para heljotropistów. Samochód kierownika partji obserwacyjnej zabiera zwykle piątego heljotropistę i przewozi go na następny wyznaczony mu punkt.

Przy użyciu automatycznych lamp sygnałowych wystarczy jeden heljotropista z samochodem na przedzie, jeden z tyłu partji obserwacyjnej i jeden, przewożony samochodem kierownika partji obserwacyjnej, na stronie łańcucha przeciwległej do partji obserwacyjnej. Gdy rozporządzamy dostateczną ilością lamp samoczynnych, przejazdy dla ustawiania lamp można zmniejszyć w ten sposób, że ustawiamy na każdym przednim i tylnym stanowisku po dwie lampy, niedozorowane przez heljotropistów, każda skierowana światłem ku innemu stanowisku.

Przy wielkich odległościach pomiędzy punktami, lub przy znacznej ilości punktów, położonych w górach, posiadanie większej ilości heljotropistów może się okazać ekonomiczniejsze. Sygnał świetlny na zmianę miejsca jest wtedy podawany przez obserwatora najpierw heljotropistom tylnym, tak aby mogli wyruszać w drogę przed pozostałymi heljotropistami. Metodę tę należy stosować zwykle przy posiadaniu jednego samochodu dla heljotropistów. Może ona być stosowana z reguły przy użyciu lamp samoczynnych. Wybór najlepszego planu ruchu obserwatora i heljotropistów ułatwi nam znacznie porów-

nanie całkowitej ilości przejazdów, wymaganych przy każdym planie i przypuszczalnych strat czasu partji obserwacyjnej.

Powyżej podane schematy organizacji wskazują na liczne możliwe kombinacje. Często, wobec zmiennych warunków pracy, w jednym sezonie są stosowane rozmaite systemy, lecz zwykle dokładne przestudjowanie posiadanych przez nas danych, wskaże nam najlepsze rozwiązanie systemu przewozu i najekonomiczniejszą liczbę pracowników. Duża ilość przejazdów, powodująca zwiększenie ilości samochodów, konieczność licznych napraw oraz znaczne ich zużycie, powoduje niepomiarowy wzrost kosztów ogólnych i co zatem idzie, kosztów obserwacji pojedynczego punktu.

WYBÓR PERSONELU.

Wyjątkowo długi dzień roboczy i wytężona praca, konieczna w większości partji triangulacyjnych, wymaga od kierownika partji największej staranności przy wyborze personelu do swej partji. Poza

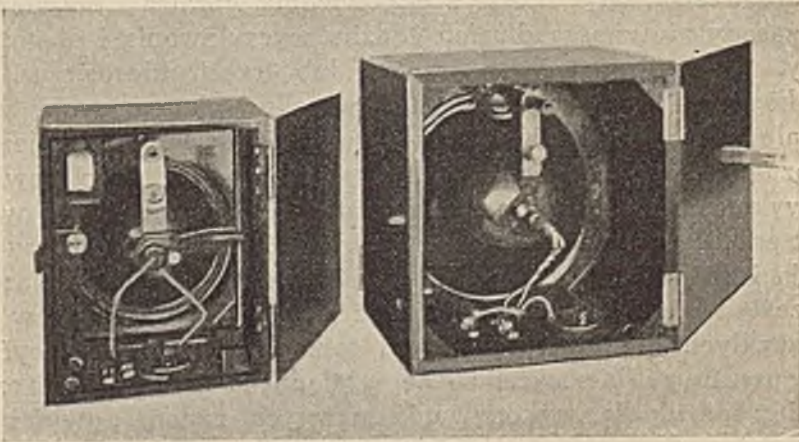


Fig. 28. Lamy sygnałowe, widok z tyłu.

Na tym rysunku jest pokazana stosunkowa wielkość małej i wielkiej lampy sygnałowej. Obie one posiadają taką samą ogólną konstrukcję i są zaopatrzone w suche baterje i zegarki do automatycznego włączania światła, jak wskazano na fig. 26. Wielka lampa posiada przewodnik z mniejszej ilości drucików i większe napięcie prądu.

posiadaniem kwalifikacyj fachowych, muszą to być ludzie pracowici, obowiązkowi i w wysokim stopniu samodzielni. Niedoświadczonego pracownika można wyszkolić, lecz trudno zmienić usposobienie leniwe lub obojętne dla swojej pracy. Pozatem istnieją ludzie, którzy nie są w stanie wytrzymać przez cały sezon koczowniczego trybu życia,

pomimo okazywanego dlań zamiłowania w początku sezonu. Zasadniczo tylko młodzi ludzie w odpowiednim do znoszenia niewygód fizycznych wieku, przywykli do ciężkiej pracy fizycznej i pewnej samodzielności, mogą być korzystnym nabytkiem dla partji triangulacyjnej. Kierownik partji będzie miał zamało czasu na uczenie ludzi obowiązków, nawet nie tracąc czasu na naukę sposobu wykonywania pracy.

Przy wyborze ludzi do partji obserwacyjnej, należy zwrócić uwagę jeszcze na jedno. Przy uciążliwości nocnych obserwacji i przejazdów z jednego punktu na drugi, lub przy wykonywaniu prac obozowych i obliczeń podczas dnia, wielkie znaczenie ma dobry humor. Osoba narzekająca może zepsuć nastrój całej partji obserwacyjnej, to też w partji nie powinno być nikogo, poczynając od kierownika, ktoby nie potrafił śmiać się i żartować, mimo śmiertelnego znużenia. Przez jednego bowiem zrzędę radość z pracy i postępów całej partji może być całkowicie zniweczona.

Kierowcy samochodowi. Stanowisko kierowcy jest najtrudniejsze do obsadzenia, gdyż ludzie z odpowiednią wprawą i doświadczeniem z zasady nie znoszą długich godzin wyczekiwania i długotrwałej pracy. W partji może być dwóch lub trzech kierowców, lecz główny kierowca musi nie tylko znać wszelkie niedomagania samochodu, ale także posiadać wprawę i umiejętność szybkiej orientacji w rozpoznaniu źródeł uszkodzeń samochodu, prócz tego powinien umieć wykonać konieczne nagłe naprawy w warunkach polowych. Poza swą pracą na maszynie musi on wykonywać swoją część pracy przy rozbijaniu i zwijaniu obozu oraz innych pracach w czasie przejazdów.

Pozostali kierowcy winni posiadać dostateczną wprawę w usuwaniu zwykłych błędów mechanizmu samochodowego oraz być dobrymi i uważnymi kierowcami. Ze względu na to, że są oni często wysyłani z partji dla wykonywania pewnych zadań, powinni być o tyle godni zaufania, aby zadowolić kierownika partji jaknajsumienniejszym wykonaniem jego rozkazów. Postępy pracy partji są tak zależne od dbałości o samochody i ich właściwego użycia, że niedbałych kierowców należy natychmiast zwalniać.

Pisarz. Już nawet z egoistycznych, jeżeli nie z innych pobudek, kierownik partji powinien sobie dobrać odpowiedniego pisarza. Pisarz musi umieć wykonywać szybko i dokładnie obliczenia pamięciowe, w przeciwnym razie po skończeniu nocnego programu obserwacji, obserwator będzie tracił czas na sprawdzanie zestawienia kierunków poziomych dla przekonania się, czy nie jest potrzebny dodatkowy pomiar przed przesłaniem sygnału heljotropistom. Pisarz musi być pracowity i samodzielny, w przeciwnym razie kierownik

partji będzie zmuszony doglądać osobiście, czy wszystkie notatki są zrobione dobrze i czy zostały sprawdzone. Musi on być silny fizycznie, aby w miejscach, wymagających przenoszenia instrumentów na plecach, obserwator sam nie musiał przynosić większości instrumentów. Na wszystkie te punkty należy przy wyborze nieznanego człowieka zwracać uwagę, gdyż wielu aspirantów na roboty polowe uważa, że praca pisarza w partji pomiarowej — to wycieczka na lotnisko za zwrot kosztów. Najlepszym kandydatem na pisarza będzie młody człowiek, posiadający wszystkie powyżej żądane kwalifikacje, który już pracował w tym dziale, jako uczeń w jakiejś szkole mierniczej, a który dobrze wytrzyma pracę, wymagającą siły fizycznej.

Heljotropiści. Obowiązki heljotropisty zmuszają go do pozostawania na jednym miejscu w przeciągu dni, a czasami tygodni, świecąc heljotropem w kierunku stanowiska obserwatora 2 lub 3 godziny po południu i pilnując w nocy lampy sygnałowej. Gdy punkt znajduje się w górach, heljotropista musi się wspinać i schodzić z dużymi pakunkami. Musi sobie sam gotować strawę i często organizować jej dostawę, jak również przejazd z jednego punktu na drugi. Jeżeli rozłoży swój obóz na górze, musi sobie przynosić wyżywienie, a często i wodę z dołu, gdy zaś obóz będzie w dolinie w pobliżu wody i wyżywienia, musi co noc po ukończeniu swej pracy wracać do obozu pociemku.

Z takich warunków pracy wynikają dwie cechy, które musi posiadać heljotropista. Pierwszą jest sumienność i stała gotowość do pracy i świecenia przy jakichkolwiek warunkach atmosferycznych, nawet wtedy, gdy mało jest widoków zauważenia światła przez obserwatora. Drugą jest zamięłowanie do samotności lub conajmniej umiejętność znoszenia jej, gdyż heljotropista, nieznoszący samotności, w krótkim czasie porzuci pracę. Nie jest to zajęcie dla młodych chłopców, w szczególności wychowanych w mieście. Młodzież często zapewnia, że jest to właśnie ulubiona przez nią praca, lecz porzuca ją na pierwszym już punkcie. Gdy nowy heljotropista nie jest przyzwyczajony do samotności, może ją przezwyciężyć jedynie tylko wielkim wysiłkiem woli i wytrwałością.

Doświadczenie prędko nauczy kierownika partji triangulacyjnej zwalniania pracownika, skoro tylko okaże się, że jest on niezdolny do swej pracy. Najodpowiedniejszemu nawet i najstaranniej dobranemu pracownikowi lepiej jest pozwolić odejść, nie czyniąc mu trudności, o ile tylko wyrazi chęć odejścia, tembardziej należy natychmiast zwolnić tego, który nie odpowiada wymaganiom. Na sezon prac polowych dla uzupełnienia braków, powstałych wskutek powyższych przyczyn, należy zachować sobie w rezerwie kilka ofert.

OPORZĄDZENIE.

Przy wyborze oporządzenia dla partji obserwacyjnej oraz dla heljotropistów należy uzgodnić dwa sprzeczne względy. Wobec tego, że pracę wykonywuje się zwykle w okolicach mało uczęszczanych, oporządzenie musi być zupełnie wystarczające dla zadowolenia warunków pracy i życia. Z drugiej strony, każdy przedmiot musi być brany do rąk, zapakowywany i rozpakowywany wielokrotnie w ciągu sezonu, a każda ta czynność wymaga pracy i czasu. Kierownik partji, mając zawsze na uwadze warunki transportu, winien starannie zbadać celowość zabrania każdego przedmiotu oporządzenia i odrzucić lub złożyć w czasowym magazynie wszelkie zbędne oporządzenie lub zapasy. Tę samą zasadę należy zastosować do ubrania i przedmiotów osobistego użytku wszystkich pracowników. Najwydajniejszym kierownikiem partji jest prawie zawsze ten, kto umie pracować wygodnie przy najmniejszym wyposażeniu.

Samochody. Samochody winny być obejrzone przy końcu poprzedniego sezonu, lecz przy pierwszej sposobności każdy z nich winien być dokładnie sprawdzony przez najlepszego mechanika partji.



Fig. 29. Obóz partji pomiaru podstawy.

W partjach triangulacyjnych jest używany ten sam typ namiotów i samochodów.

Wykaz narzędzi i przyborów, które mają być zakupione, powinien być zrobiony jaknajwcześniej, aby przed wyjazdem partji w pole, każdy samochód był w zupełności wyekwipowany, a spis inwentarza sporządzony i sprawdzony. Poza zwykłymi przyborami na każdym samochodzie powinna się stale znajdować łopata, topór i lina do holowania. Jeden z samochodów partji powinien posiadać komplet dodatkowych przyborów do niezbędnych napraw, jak lampę do lutowania, maszynkę do borowania, mosiądz do spawania, małe imadło, kółko szmerglowe oraz komplet specjalnych kluczy.

Namioty. Namioty po pobraniu z magazynu należy dokładnie obejrzeć i w razie potrzeby przeprowadzić niezbędną naprawę.

Wszystkie słabe linki zmienić, a jeżeli wydano namioty stare, należy każdego heljotropistę zaopatrzyć w kawałek brezentu i komplet przyborów do szycia. Przy zakupie nowych namiotów należy uważać, aby były one ustalonego typu, o wymiarach podanych przez biuro. Ustalony typ płacht namiotowych posiada dwojakie wymiary: 2.70×2.70 m i 2.10×2.10 m. Mniejsze namioty służą dla heljotropistów, w namiocie większym może wygodnie mieszkać dwóch, a w razie konieczności nawet trzech ludzi. Namioty ustawiane z płacht ustalonego typu są znacznie mocniejsze, niż zwykły namiot na żerdziach. Namiot taki, o jednym środkowym słupie, może być rozparty przez jednego człowieka nawet przy silnym wietrze. Pal środkowy składa się zwykle z dwóch lub trzech części, połączonych tulejkami, co ułatwia pakowanie.

Inne części oporządzenia. W celu ułatwienia transportu, dostarcza się łóżek polowych, pościeli i skrzyń do pakowania ekwipunku osobistego, jednakowego typu, wszystkim niestałym pracownikom. W okolicach takich, jak Alaska, gdzie w szerokim zakresie jest stosowany transport juczny i waga oporządzenia musi być zmniejszona do minimum, dostarcza się także worków do spania i aluminiowych przyborów kuchennych, zwykle jednakże każdy niestały pracownik jest opłacany za swoją pracę ryczałtowo i powinien posiadać własną pościel, przybory kuchenne i żywność. Zaoszczędza to kierownikowi partji wielu rachunków; z drugiej strony przy niesprzyjających warunkach, spotykanych często przy triangulacji, niezawsze można dostarczyć odpowiedniego wyżywienia.

Zakup oporządzenia. O ile czas pozwala, należy zamówić wszystkie potrzebne przedmioty oporządzenia tak wcześnie, aby całe oporządzenie mogło być dostarczone na dzień zbiórki partji. Gdy część oporządzenia pobieramy z magazynów, należy zawczasu stwierdzić braki i dokupić brakujące części. Dla celowego wykorzystania okresu przeszkolenia, poprzedzającego zwykle prace polowe, ważne jest posiadanie całkowitego oporządzenia w czasie, gdy partja się zbiera.

Skrzynie i opakowanie. Łatwość i szybkość, z jaką partja może rozbijać i zwijać obóz i przygotować instrumenty do transportu kolejowego, jucznego, lub przenoszenia, zależy od posiadania odpowiedniego oporządzenia i dokładnego przemyślenia wszystkich szczegółów pakowania. Partja obserwacyjna i heljotropiści powinni posiadać skrzynie odpowiednich wymiarów z uchwytnymi ze sznurów. Wszystkie drobne przedmioty, włącznie do przyborów kuchennych i zapasów żywności, należy przewozić zapakowane w skrzyniach. Skrzynie mają posiadać takie wymiary, ażeby załadowane na samochód wypełniały ściśle całą karoserję.

Instrumenty wymagają przy przewożeniu bardzo troskliwej opieki. Jeżeli dojazd samochodowy jest możliwy do każdego punktu, instrumenty mogą być przewożone w swych zwykłych skrzyniach, lecz do przewozu jucznego lub przenoszenia teodolitów należy używać specjalnych koszy, które można zapotrzebować z magazynów. Przy transporcie samochodowym i częściowym przeniesieniu, należy do przewożenia samochodem dorobić na koszt zewnętrzną skrzynię. Wypożyczenie instrumentalne musi być pakowane w ten sposób, aby w ciągu kilku minut po zatrzymaniu samochodu mogło być gotowe do przeniesienia na punkt. Gdy mamy do przenoszenia znaczne ilości pakunków, należy dla każdego pracownika partii przygotować dostateczną ilość przyborów do przenoszenia, jak desek, worków, lub opakowania specjalnego.



Fig. 30. Wieża triangulacyjna z nadbudową.

Z pomostu na wierzchołku nadbudowy wysyła heljotropista światło w kierunku na stanowisko obserwatora.

Do przymocowania wszelkiego rodzaju pakunków, jak pościeli i namiotów, należy przygotować odpowiednio długie powrozy lub plecione sznury. Zakładanie wymyślnych wiązań sznurowych na zwój pościeli lub namiotu, gdy para sznurów może wystarczyć do ściągnięcia i przymocowania tych rzeczy, jest dużą stratą czasu i energii. Rzemieni nie należy używać ze względu na wysoką cenę, konieczność częstego czyszczenia i oliwienia oraz możliwość zniszczenia przez gryzonie.

PRZESZKOLENIE HELJOTROPISTÓW.

Jeżeli w partji posiadamy większą ilość niedoświadczonych heljotropistów, należy przed rozpoczęciem prac polowych poświęcić 4—6 dni na staranne przeszkolenie heljotropistów. Najlepiej będzie to zrobić w obozie, rozbitym poza granicami miasta, gdzie można przerobić metody użycia instrumentów w warunkach, zbliżonych do polowych.

Po rozbiciu i rozdzieleniu namiotów, każdy heljotropista otrzymuje niezbędne instrumenty i oporządzenie. Każdy, otrzymujący przyrządy, winien je pokwitować i jest od tego czasu odpowiedzialny za odpowiednie obchodzenie się z nimi i za ich bezpieczeństwo.

Każdy heljotropista winien być wyposażony w następujące przyrządy, jako minimum oporządzenia.

Oporządzenie heljotropisty.

Baterje elektryczne.	Łóżko polowe.
Brezent.	Mapy i opisy punktów.
Busola.	Młotek.
Formularze.	Namiot.
Gwoździe, śruby i t. d.	Pion.
Heljotrop.	Pościel.
Instrukcja.	Pościel mała, dodatkowa.
Lampa sygnalizacyjna.	Skrzynie do pakowania, dwie.
Lornetka.	Śrubokręt.
Łopata.	Topór.

Przed zebraniem partji należy każdemu pracownikowi, nie posiadającemu doświadczenia polowego, a mogącemu zająć stanowisko heljotropisty, przesłać „Instrukcję dla heljotropistów” i zawiadomić o konieczności dokładnego nauczania się alfabetu Morse'a przed zgłoszeniem się do pracy. Kierownik partji, lub któryś z doświadczonych heljotropistów pokazuje najpierw sposoby ustawiania, rektyfikacji i nastawiania na kierunek lampy sygnałowej i heljotropu. Następnie podaje wskazówki co do sygnalizacji świetlnej, kładąc specjalny nacisk na przerwy pomiędzy elementami liter i pomiędzy słowami, oraz na stosunek wzajemny długości kresek i kropek. Najlepszy sposób utrzymania jednostajnej szybkości wysyłania sygnałów i jednakowych przerw, nawet dla doświadczonego heljotropisty, polega na liczeniu przez cały czas wysyłania sygnałów. Jeżeli liczyć z szybkością dwóch temp na sekundę, to kreska powinna zawierać 6, przerwa pomiędzy literami — 6 i przerwa pomiędzy słowami — 20, kropki zaś i przerwy między literami winny trwać około jednej sekundy.

Gdy heljotropiści nabiorą wprawy w sygnalizacji grupami, należy ich podzielić po dwóch i umieścić w odległości około 1 km. Ćwiczenia w przesyłaniu sobie wiadomości powinny trwać conajmniej 4 godziny dziennie. Nie należy szkolić tych samych ludzi razem przez cały okres przeszkolenia.

Heljotropista może się dobrze wyszkolić także i w pojedynkę, rzucając światło na ścianę lub skałę na odległość około 50 m. Skupiając podczas sygnalizacji uwagę na oświetlonym przedmiocie, może on osądzić, jak wygląda światło, oglądane zdaleka i stwierdzić, czy przerywanie światła jest prawidłowe.

Heljotropistów należy szkolić codziennie w zastosowaniu busoli do orjentowania mapy, gdyż czasami może to stanowić jedyny sposób, pozwalający na skierowanie światła w kierunku stanowiska obserwatora. Heljotropistę należy przestrzec przed umieszczaniem bu-

solu na stoliku heljotropu, gdyż gwoździe, wbite w stolik, mogą często znacznie zmienić położenie igły busoli. Należy także nauczyć heljotropistę poprawiania orientacji zapomocą uprzedniego zorientowania mapy według szczytów górskich, lub wież, znajdujących się na mapie, a możliwych do zaobserwowania z punktu. Po uprzednim pokazie przez kogoś z doświadczonych pracowników partji, każdy heljotropista powinien przerobić samodzielnie wszystkie czynności, dotyczące orientowania i rektyfikacji lampy i heljotropu, z wszelkimi niezbędnymi kontrolami i poprawkami. Najważniejsza część nauki heljotropisty polega na właściwym nastawianiu lampy na żądany kierunek i ten dział powinien być powierzony najdoświadczeńszemu pracownikowi. Szkic z wywiadu, przedstawiający łańcuch triangulacyjny, zwykle nie jest dokładny, kierunki, wskazane na szkicu, mogą zawierać błędy, dochodzące do kilku stopni. Przy ustawianiu lampy automatycznej na krótkich celowych lub przy czystem powietrzu, dobrze jest czasami dla zmniejszenia siły światła spowodować rozbieżną wiązkę światła przez lekkie wyprowadzenie żarówki z ogniska. Sposób ten należy jednakże stosować tylko przy wyjątkowo krótkich celowych, gdyż siła światła jest odwrotnie proporcjonalna do przekroju poprzecznego wiązki światła.

Gdy obserwator lub heljotropista poszukuje punktu, którego kierunek nie jest mu dokładnie znany, należy wysłać światło co pewien czas, np. co minutę, przesuając je za każdym razem o połowę szerokości wiązki, dopóki nie obejmie horyzontu na kilka stopni po obu stronach prawdopodobnego położenia poszukiwanego kierunku. Szybkie przesunięcie wiązki światła po horyzoncie jest widoczne ze stanowiska obserwatora, jako błysk światła i zwykle nie bywa przez niego zauważone.

W ciągu paru wieczorów w okresie przeszkolenia można zebrać całą partję i omówić prace polowe, które mają być wykonane. Da to sposobność szczegółowego wyjaśnienia zadań, oczekujących heljotropistów i może kierownikowi partji zaoszczędzić zbytecznej korespondencji na ten temat w czasie właściwych prac. Nastręczy to także każdemu z członków partji sposobność wyjaśnienia swych wątpliwości w kwestjach sygnalizacji i ogólnego planu pracy.

Ubocznym wynikiem tych zebrań, wartości którego nie należy lekceważyć, jest stworzenie poczucia wspólności, wywołanego większym zainteresowaniem do planów pracy i do osobistości innych pracowników partji. Zebrania te dają kierownikowi partji i jego doświadczonym pracownikom sposobność do podniesienia ducha nowych ludzi, co znacznie ułatwi im pracę w ciągu sezonu, gdyż żywość i dążenie do jaknajdoskonalszego wykonania swego zadania skróci

każdemu monotonne godziny nocnej pracy. Zaniedbanie przez jednego heljotropistę wysłania w swoim czasie światła, lub właściwej odpowiedzi na sygnał wywołujący, zmusza zazwyczaj wszystkich pozostałych do dalszego pozostawania na swych posterunkach i może opóźnić zakończenie obserwacji na stanowisku o dzień, lub w razie złej pogody nawet o tydzień. Obecność jednego lub dwóch doświadczonych heljotropistów ma duży wpływ na podniesienie jakości wykonania, gdyż rozmowy obracają się zwykle dokoła przeszłych chwalebnych czynów wytrwałości i pracy, które umożliwiły partji szybsze zakończenie obserwacji na stacji. Opowiadania o wiernym czuwaniu heljotropisty na samotnej górskiej stacji, marznącego w czasie burz i często pozbawionego żywności, dają świadectwo największego poświęcenia dla obowiązku, jakie można spotkać w życiu codziennym, a znajomość takich czynów poprzedników nieci zapał w całej partji.

Część czasu wieczornych zebrań należy poświęcić na rozmowy o porządku obozowym, gdyż miły, czysty obóz wprowadza nastrój zadowolenia wśród partji. Należy przedyskutować przestrzeganie przepisów sanitarnych w obozie i konieczność niszczenia odpadków i śmieci przy przenoszeniu obozu. Potrzeba zaledwie kilku minut na wykopanie rowu na odpadki i cynowe puszkę, oraz na zasypanie go przy przenoszeniu obozu, a na spalenie papierów mamy do dyspozycji ognisko obozowe. Sposób ten należy stosować niezmiennie bez względu na obszar obozu, podniesie to opinię partji wśród okolicznych mieszkańców.

Tak samo ważny jest porządek i czystość w codziennych czynnościach. Doświadczenie obozowe można odrazu poznać po czystych naczyniach i miłym urządzeniu wszystkich szczegółów. Tylko niechluj pozostawia naczynia brudne od jednego posiłku do drugiego i myje je tylko w razie konieczności. Jeżeli mamy na miejscu kamienie i drzewo, możemy sobie urozmaicić życie i zwiększyć wygody przez urządzenie pieców, ławek i stołów.

Człowiek, nieprzywykły do gotowania sobie stawy, często będzie używać puszkowych konserw ku szkodzie dla swego zdrowia i kieszeni. Kierownik partji winien dopilnować, aby każdy, komu to jest potrzebne, został pouczony o prostych sposobach gotowania w polu, włączając w to i wypiek chleba; w przeciwnym razie mogą mu się w partji utworzyć luki wtedy, gdy najmniej będzie sobie tego życzyć. Należy także dopomóc niedoświadczonym pracownikom w ułożeniu listy zapasów przy wyruszaniu na pierwszą stację.

Drugą kwestją, na którą należy położyć nacisk, jest to właściwe obchodzenie się z instrumentami. Lornetka może ulec zniszczeniu przez pozostawienie jej na deszczu i rosie, lub przez wystawienie

objektywu na dłuższy okres czasu na bezpośrednie działanie promieni słonecznych. Części skórzane wyekwipowania po zamknięciu powinny być wysuszone w cieniu i natychmiast po wyschnięciu naoliwione. Srebrna powłoka tylnej powierzchni zwierciadła heljotropu ściemnieje po zamknięciu. Instrumenty pozostawione na stacji mogą być skradzione lub rozbite, a niedbałe obchodzenie się z nimi, zwłaszcza na wysokich wieżach, często powoduje ich zniszczenie. Instrumenty, będące w posiadaniu partji, przedstawiają dużą wartość i każdy członek partji winien być pouczony o właściwych metodach obchodzenia się z nimi.

Nie potrzeba dowodzić, że kierownik partji może być przez cały okres przeszkolenia partji zajęty innymi sprawami. Poza przeglądem oporządzenia i szkoleniem partji, jego rola, jako płatnika, zabiera mu dużo czasu. To podkreśla wagę dostarczenia oporządzenia przed zebraniem partji. Wtedy bowiem, osobiście sprawdzając oporządzenie i wyszkolenie ludzi, kierownik partji wytwarza sobie o nich sąd, który pozwoli na lepszą ocenę ich zdolności, niż to jest możliwe po wyruszeniu partji w pole.

PORZĄDEK CZYNNOŚCI PARTJI OBSERWACYJNEJ.

Obowiązki, włożone na członków partji obserwacyjnej, są tak liczne i rozmaite, że kierownik partji powinien jaknajprędzej zaprowadzić regulamin obozowy, rozkładając obowiązki i odpowiedzialność za poszczególne działy pracy na wszystkich członków partji. W szczególności rozbijanie i zwijanie obozu winno być tak zorganizowane, by wykonywane było szybko i składnie.

Porządek obozowy. Przypuszczając np., że partja obserwacyjna ma zwinąć obóz, przejechać na niedaleki sąsiedni punkt i zrobić tam przygotowania do obserwacji, zwykły program prac będzie mniej więcej następujący.

Jeżeli obserwacje w noc poprzedzającą wyjazd zostały zakończone późno, należy jednego człowieka posłać, spać wcześniej, aby mógł przygotować śniadanie przed obudzeniem pozostałych. Po śniadaniu dwóch ludzi myje i pakuje naczynia kuchenne, podczas gdy dwóch innych ściąga namioty i w miarę pakowania ładuje oporządzenie na samochody. O ile wszyscy wstają o tej samej porze, całą pracę wykonuje się wspólnie, przyczem przeważną część oporządzenia można zapakować w czasie przygotowania śniadania, po którym wszyscy mogą przystąpić do pakowania naczyń kuchennych. W każdym razie wyszkolona partja winna być gotowa do odjazdu w godzinę po ogół-

nem obudzeniu. Człowiek, potrzebujący kilku minut na przebudzenie i kwadrans na ubranie, nie powinien należeć do składu partji obserwacyjnej.

Po przybyciu na miejsce nowego obozu kierownik partji wyznacza miejsce na rozbić namiotów i złożenie oporządzenia, odpowiednio do stanowisk namiotów. Rozbija się namioty, przygotowuje łóżka polowe i pościel na noc, układa się naczynia kuchenne na przeznaczone dla nich miejsca. Instrumenty pomiarowe układa się osobno, aby były gotowe do przeniesienia na stanowisko, pozostałe zaś oporządzenie przykrywa się brezentami. Nie powinno to zabrać więcej, niż 30 minut czasu, poczem jeden z ludzi przystępuje do gotowania, kierowca opatruje samochód, a pozostali opracowują swoje notatki i obliczenia, dopóki nie nadejdzie pora udania się na stanowisko. Utrzymanie samochodu w porządku i prowadzenie notatek oraz codziennych wykazów wymaga nieustannej dbałości i pilności.

Wykonanie wszystkich prac obozowych można znacznie ułatwić przez przyzwyczajanie wszystkich pracowników partji do składania każdej rzeczy zaraz po użyciu na przeznaczone dla niej miejsce. Dotyczy to zwłaszcza naczyń kuchennych, w przeciwnym bowiem razie każdy członek partji, wyznaczany według kolejności na kucharza, straci dużo czasu na poszukiwanie potrzebnych artykułów, jeżeli każdy członek partji nie stosuje się do raz ustalonego porządku.

Utrzymanie obozu w czystości pod względem porządku zewnętrznego oraz przestrzegania zasad higieny ma bardzo wielkie znaczenie, gdyż od tego przeważnie zależy opinja partji wśród sąsiednich mieszkańców. Porozrzucone papiery należy zbierać, puszki cynowe i odpadki zakopywać, a przed opuszczeniem obozu starannie oczyścić cały teren z wszelkiego rodzaju śmieci.

Porządek pracy przy obserwacji. O przebiegu dostarczania wyposażenia pomiarowego z obozu na punkt nie potrzeba się rozwodzić, choć często jest to bardzo ciężka praca. Jeżeli instrumenty musimy przynosić na dalszą odległość, jedyna rzecz, przez którą można ułatwić sobie robotę, jest możliwie dobre dopasowanie przyrządów do przenoszenia, aby nie męczyć niepotrzebnie organizmu. Wielu obserwatorów nie powierzy teodolitu komu innemu, ale przeniesienie 70-funtowego pakunku na kilka mil w góry, prawdopodobnie mało pomoże obserwatorowi do uzyskania dobrych zamknięć trójkątów.

Po przybyciu na punkt obserwator musi najpierw obejrzeć stoliki na stanowiskach instrumentu i heljotropu. Należy zbadać, czy otwór w stoliku heljotropu, ułatwiający przymocowanie lampy sygnałowej i służący jednocześnie do centrowania lampy, znajduje się centrycznie nad znakiem stacyjnym. W razie pomiaru mimośrodkowego

należy pomierzyć elementy mimośrodkowe, t. j. kąt i odległość i wprowadzić do pomierzonych kątów odpowiednie poprawki, obliczone z dokładnością do 0."03 — 0."04. Na stronie 95 jest podany właściwy sposób zapisywania elementów mimośrodkowych.

Przy wysokich wieżach do wyznaczenia linii pionowej, przechodzącej przez znak stacyjny, używamy pionownika, opisanego na stronie 52 (fig. 24). Na wieżach z podwyższonem stanowiskiem heljotropu najwygodniej będzie najpierw wyznaczyć rzut krzyża znaku stacyjnego na stolik instrumentu, odrzutować otwór stolika heljotropu na stolik instrumentu celem pomierzenia mimośrodu i następnie, dla uniknięcia pomiarów mimośrodkowych z innych stanowisk, ustawić otwór stolika heljotropu dokładnie nad znakiem stacyjnym.

Przy pewnych typach teodolitów, jak np. przy typie, przedstawionym na fig. 18, oś pionowa instrumentu sięga poniżej powierzchni, przechodzącej przez dolne końce śrub nastawniczych, co wymaga wycięcia środkowej części stolika. W tym wypadku rzut punktu na stolik możemy oznaczyć zapomocą dwóch nici, skrzyżowanych pod kątem prostym, przytrzymywanych na brzegach stolika zapomocą scyzoryków.

BADANIE STAŁOŚCI STANOWISKA.

Przed rozpoczęciem pomiaru kątów poziomych należy zbadać, czy stanowisko instrumentu jest wystarczająco stałe. Przy stanowisku ziemnem obserwator przekonywuje się o tem, nastawiając lunetę na pewien wyraźny punkt i obserwując go przez lunetę, podczas gdy kilku ludzi chodzi dookoła instrumentu, tak blisko nóg statywu, jak zwykle chodzi obserwator. Przy ustawieniu statywu na usypiskach skalnych trudno osiągnąć dokładność pomiarów, gdyż ciśnienie obserwatora przenosi się na nogi statywu, powodując wychyłki instrumentu. To samo będzie w tundrze lub na terenie bagnistym.

Można temu zaradzić, układając dookoła statywu na podkładach o przekroju 5×10 cm trzy deski, calówki, o szerokości 20 — 25 cm i wystarczającej długości tak, aby odstęp pomiędzy deską, a nogą statywu wynosił około 15 cm. Wtedy grunt w pobliżu nóg statywu nie będzie podlegał żadnemu ciśnieniu. Jeżeli nie posiadamy odpowiednich desek, możemy sobie poradzić w ten sposób, że wybieramy ziemię dookoła nóg statywu na głębokość conajmniej 30 cm i ustawiamy statyw na dobrze ubitej w tych zagłębieniach ziemi, wzmocnionej zapomocą deseczek, ułożonych na poziomych podkładkach dla dodania im potrzebnej sztywności. Nawet na twardym gruncie należy wykopać pod każdą nogę statywu dołek 10 cm mniej więcej

głębokości. Błędy w pomiarach kąta, spowodowane przeniesieniem ciśnienia obserwatora na nogi statywu, są wyjątkowo trudne do wykrycia, gdyż w czasie poszczególnych obserwacji pewnego określonego celu, obserwator zajmuje, biorąc praktycznie, w stosunku do instrumentu to samo położenie, wskutek czego każdy odczyt będzie obarczony prawie jednakowym błędem.

Zarówno przy nowozbudowanej, jak i przy starej wieży triangulacyjnej, należy obejrzeć całą wieżę, dobić wszystkie gwoździe i o ile stare dziury uległy poszerzeniu, należy wbić w nie dodatkowe gwoździe, uważając jednak, aby nie spowodować pęknięcia drzewa. Wieże o wysokich stanowiskach instrumentu winny być elastyczne, jako całość, tak aby po każdym wychyleniu, spowodowanem przez uderzenia wiatru, powracały one do swego pierwotnego położenia.

NAMIOTY OBSERWACYJNE.

Przy obserwacji z wież jest pożądanę przymocowanie dookoła piętra obserwacyjnego brezentu o szerokości około 1.50 m. W dżdżystą pogodę można to zabezpieczenie uzupełnić, założonem na wieńcu podłogowym, pokryciem brezentowem, ze ściankami bocznymi, które mogą być podnoszone podczas obserwacji, lub opuszczane i przywiązywane u dołu dla ochrony przed wiatrem.

Przy obserwacjach ze stanowisk ziemnych, stosuje się ośmiościenny namiot jedwabny znormalizowanego typu. Namiot ten jest podparty ramą z cienkich rur stalowych, przedstawioną na fig. 31 i jest bardzo lekki. Namiot winien być ustawiony przed rozpoczęciem obserwacji. Jeżeli spodziewamy się silnych wiatrów, należy linki wzmacniające naciągnąć silnie, oraz wierzchołki podpórek połączyć specjalnymi linkami z dwoma kołkami przyległych płacht namiotowych dla zabezpieczenia namiotu przed skręceniem. Przy umiarkowanym wietrze kołki mogą być wbite na linjach, przechodzących przez znak stacyjny i środek pomiędzy dwiema podporami, a do umocowania ramy można wtedy użyć jednej długiej liny, przywiązanej kolejno do tego kołka i do wierzchołka sąsiedniej podpórki.

W okolicach, gdzie panują silne wiatry, poleca się wożenie brezentu o wymiarach 1.80×1.80 m, jako części składowej oporządzenia; może on służyć za opakowanie do metalowego szkieletu namiotu, a podczas obserwacji może być użyty, jako zasłona od wiatru. Sposób użycia jest przedstawiony na fig. 31. Gdy grunt dookoła stanowiska jest pulchny i suchy, często będzie nam dokuczać kurz; wtedy brezent ten, położony na ziemi, może nam okazać cenne usługi. Drugi

lekki brezent, położony nazewnątrz namiotu na dole ściany namiotu od strony wiatru, również zmniejszy przenikanie kurzu.

Działanie silnego wiatru na teodolit może spowodować zwłokę w obserwacjach i wywołać błędy przez wyprowadzenie lunety z jej właściwego położenia w łożyskach. Z tego powodu w czasie silnego wiatru ściany boczne namiotu powinny być od strony wiatru przywią-

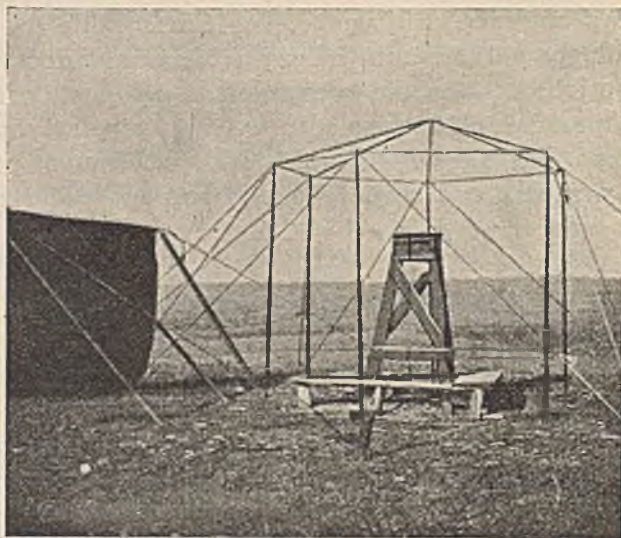


Fig. 31. Stalowa rama jedwabnego namiotu obserwacyjnego.

Podpory pionowe składają się dla udogodnienia przy pakowaniu z dwóch części. Krokiewki przymocowane są do wierzchołków podpórek i mogą być do transportu rozłączane. Dla zabezpieczenia ramy przed wywróceniem po zdjęciu jedwabnego pokrycia, przymocowuje się ją do specjalnych kołków zapomożą lin wzmacniających oraz linki, przeprowadzonej dookoła ramy i przymocowanej do wierzchołka każdej podpórki.

zane u dołu z pozostawieniem małej szpary na linii obserwowanego punktu. Gdy wiatr jest stały i bardzo dokuczliwy, należy szpary takie od strony wiatru zakryć przywiązanymi lub przypiętymi paskami brezentu o odpowiednich wymiarach, wycinając w nich otwory o średnicy około 10 cm, przez które można będzie obserwować sąsiednie punkty.

PROGRAM OBSERWACYJ.

Obserwacje kątów pionowych dla trygonometrycznego pomiaru wysokości powinny być przeprowadzone przy pierwszej nadarżającej się sposobności. Jeżeli partja przybędzie na punkt przy końcu pory dnia, dogodnej do obserwacji kątów pionowych (patrz Instrukcja,

str. 19), należy szybko ustawić namiot i przeprowadzić obserwację kątów pionowych jeszcze przed zbadaniem stanowiska. Pomiarów pionowych na stanowiskach i punktach wyznaczanych wcięciem winny być przeprowadzane w ciągu dwóch dni, o ile tak długie pozostawanie partji na punkcie jest konieczne, wobec niemożliwości zakończenia obserwacji poziomych w ciągu jednej nocy.

Jeżeli obserwacje kątów pionowych muszą być przeprowadzane w nocy, a partja posiada dwóch obserwatorów i osobny instrument do obserwacji pionowych, oprócz instrumentu do pomiarów poziomych, instrument do pomiarów pionowych ustawiamy na statywie lub innej podstawie nazewnątrz namiotu i przeprowadzamy obserwacje poziome oraz pionowe jednocześnie. Zapisy odczytów obu obserwatorów prowadzi w tym wypadku jeden pisarz.

Po pomierzeniu kątów pionowych należy pomierzyć elementy redukcji, niezbędne do wyznaczenia wysokości znaku stacyjnego i zapisać je w dzienniku pomiaru kątów pionowych, zwanym zwykle D. Z. D.¹⁾ Aby zabezpieczyć się przed możliwością przepuszczenia którejkolwiek z zasadniczych wielkości, pisarz przed przybyciem na nowy punkt winien wypisać w dzienniku pomiarów poniższą tabliczkę i po ukończeniu pomiaru kątów sprawdzić, czy wszystkie wymiary zostały wpisane na właściwych miejscach:

Wysokość stanowiska instrumentu nad znakiem stacyjnym			
„ koła pionowego	„	„	„
„ heljotropu	„	„	„
„ lampy sygnałowej	„	„	„
Znak odniesienia Nr. 1.	{	nad znakiem stacyjnym	
		pod „	„
Znak odniesienia Nr. 2.	{	nad	„
		pod	„

Kierunki poziome do punktów, określanych wcięciem i znaków odniesienia, obserwuje się zazwyczaj bezpośrednio po wykonaniu pomiaru kątów pionowych. Odległości do znaków odniesienia należy określać w tym samym czasie i jednocześnie wykonać opisy punktów. Opisy punktów muszą być bezwzględnie wykonywane w czasie pobytu na opisywanym punkcie dla uniknięcia niejasności i błędów, jakie mogłyby się wkraść przy późniejszym opisie punktu z pamięci. Natychmiast po przybyciu na punkt, jeżeli jest to pora, kiedy heljotropiści mają nakazane przebywanie na posterunkach, obserwator rozpoczyna wywoływać ich zapomocą sygnałów świetlnych celem podania im właściwego kierunku na swoje stanowisko. Jedynie tylko wtedy możemy mieć pewność zakończenia obserwacji na stanowisku w ciągu

¹⁾ Double Zenith Distance — podwójna odległość zenitalna (prz. tł.).

jednej nocy, gdy zdołamy wymienić z wszystkimi heljotropistami, wysyłającymi światło, odpowiednie sygnały. Często wielką pomocą przy wywoływaniu poszczególnych stacyj będzie zaobserwowanie wszystkich kierunków przed wieczorem, czy to celując na heljotropy, czy też według przybliżonych kierunków, wziętych z mapy i zanotowanie ich na wolnej stronicy dziennika pomiaru kątów poziomych. Nawet znajomość przybliżonych kierunków posiada swą wartość przy kierowaniu światła na punkt nocą, gdy nie widać z niego światła.

Dobry pisarz w znacznym stopniu może się przyczynić do skrócenia czasu obserwacji. Powinien on obliczyć i zanotować kierunki i w ciągu pięciu minut po zakończeniu obserwacji podać obserwatorowi średnią z każdego kierunku. Obserwator może wtedy osądzić, które nastawienie należy odrzucić i zaobserwować powtórnie. Jeżeli pewien kierunek wykazuje postępującą zmianę w okresie obserwacji, widoczną ze średniej wartości kolejnych grup o czterech nastawieniach, będziemy musieli pomiar tego kierunku powtórzyć, chociażby obserwacje, wykonane do tego czasu, pozostawały w granicach, nie wywołujących konieczności odrzucenia.

Przed rozpoczęciem nocnych obserwacji obserwator lub pisarz winien wyliczyć kąty dopełniające trójkątów, które się zamykają na danym stanowisku, tak aby szybkie przejrzanie wykazu kierunków od razu wskazało, czy zamknięcia trójkątów są zadawalniające.

Jeszcze przed zakończeniem planu obserwacji przez obserwatora, pisarz winien wywnioskować z dwunastu pierwszych nastawień, czy będzie wiele odrzuceń i czy otrzymana wartość da zadawalniające zamknięcie trójkąta. Jeżeli wszystko się składa szczęśliwie, heljotropista na stanowisku obserwatora na pół godziny przed spodziewanym zakończeniem obserwacji może wywołać wszystkie stacje i nadać heljotropistom sygnał AA, zapowiadający, aby byli gotowi do przyjęcia dalszych sygnałów. Przy pilnym baczeniu wszystkich heljotropistów wystarczy często 10 do 15 minut na przesłanie sygnałów o zakończeniu obserwacji na stanowisku.

Na poprzednich stronicach przy omawianiu organizacji pracy partji zwróciliśmy uwagę na konieczność systematycznego rozłożenia czynności oraz na odpowiednią szybkość pracy. Jedynie tylko pamiętając stale o tych dwóch czynnikach, kierownik partji może osiągnąć szybki postęp pracy i jednocześnie zapewnić swej partji odpowiednią ilość odpoczynku. Szybkim i dobrze skoordynowanym ruchom fizycznym towarzyszy zadowolenie wewnętrzne, którego nie osiąga się przy ruchach powolnych. Gdy mamy pracę, wymagającą godziny czasu, a dwie godziny na jej wykonanie, należy raczej skończyć pracę w godzinę i potem odpoczywać, niż rozkładać ją na całe dwie godziny.

Zasady te należy wpoić pracownikom partji, ćwicząc ich w wykonywaniu pewnych złożonych czynności, np. rozbijaniu obozu na pewien określony termin w rozmaitych warunkach.

ZASADNICZE ŹRÓDŁA BŁĘDÓW PRZY POMIARZE KĄTÓW POZIOMYCH.

Dotychczasowe doświadczenie obserwatorów stwierdziło, że przy pomiarze kątów poziomych można uniknąć prawie wszystkich grubych błędów i wielu błędów mniejszych przez wprawę, umiejętność i staranność w manipulowaniu instrumentem, oraz przez odpowiedni dobór warunków obserwacji. Wyrażenie „warunki obserwacji” nie oznacza tu jedynie warunków atmosferycznych, lecz zawiera także wymagania, nakładane przez właściwie przeprowadzony wywiad i stosowanie odpowiednich środków ostrożności celem uniknięcia rozmaitych rodzajów błędów systematycznych. Tego tylko obserwatora można uważać za dobrego, który potrafi otrzymać rezultaty wspólnierne z wartością używanego instrumentu, lub umie ocenić wielkość błędów, otrzymywanych przy zastosowaniu mniej dokładnych metod, gdy względy oszczędności nakazują zastosowanie mniejszej dokładności przy obserwacjach. Do takiej biegłości można dojść przez dokładne poznanie instrumentu i przez udoskonalanie sądu o nim przez stałe ćwiczenia. Doświadczenie jest także ważnym czynnikiem, to też poniżej podajemy uwagi, ułatwiające nabycie tego doświadczenia.

Należy zawsze pamiętać, że usuwanie źródeł błędów drobnych przy jednoczesnem zaniechaniu błędów grubych, mogących być rezultatem zwykłego pośpiechu lub zaniechania, będzie daremne, zawsze trzeba należycie oceniać względną wagę rozmaitych rodzajów błędów. Często odległość do znaków odniesienia jest mierzona z dokładnością do milimetra, lecz nie notuje się, czy jest to odległość pozioma, czy mierzona po pochyłości; kiedyindziej bardzo dokładnie ocenia się wygląd celu ze względu na oświetlenie boczne, lecz obserwator zapomina przykręcić śrubki zaciskowe, usztywniające śruby nastawnicze w ramionach podstawy instrumentu.

Samo nastawienie instrumentu na cel jest czynnością prostą. Usiłowanie poprawienia nastawienia po jednokrotnem stwierdzeniu, że cel został naprowadzony na nici, jest błędne. Najlepsze wyniki dają zwykle obserwacje robione szybko. Obserwator może osiągnąć szybkość przez ćwiczenie się w zręczności ruchów przy manipulowaniu instrumentem i przez przestudjowanie, w jaki sposób można wykonać pewną czynność zapomocą najmniejszej ilości ruchów.

Istnieją cztery główne przyczyny błędów przy pomiarze kątów poziomych, poza takimi błędami, jak nieprawidłowe odczytanie nonjusza, lub zdarzające się błędy w nastawianiu na cel. Te cztery przyczyny, przytoczone w kolejności względnego znaczenia, są: błędy instrumentalne, oświetlenia bocznego, mimośrodkowości i refrakcji bocznej.

BŁĘDY INSTRUMENTALNE.

Rektyfikacja teodolitu i wpływ błędów, spowodowanych niedostateczną rektyfikacją, jest podany na stronicy 28 — 40. Błędy te mogą być podzielone na dwa rodzaje: pierwsze — to błędy, które możemy usunąć przez zastosowanie odpowiedniej metody obserwacji, drugie — których w ten sposób nie da się usunąć. Do pierwszej kategorii błędów należą: 1) błąd kolimacyjny, 2) nierównomierność rozstawienia mikroskopów, 3) mimośrodkowość limbusem w stosunku do pionowej osi obrotu mikroskopów, 4) nachylenie osi poziomej lunety do poziomu i 5) błąd podziału limbusem, chociaż ten ostatni błąd może być częściowo usunięty przez wykonywanie odczytów na różnych miejscach limbusem. Metody usuwania tych błędów są podane w odpowiednich rozdziałach poniżej.

Pomiędzy błędami, które nie mogą być usunięte przez zastosowanie odpowiedniej metody obserwacji, znajdują się błędy paralaksy i nachylenia limbusem do poziomu. Wpływ tych błędów został opisany w rozdziale, traktującym o rektyfikacji teodolitu, str. 29. Jednakże istnieją jeszcze inne błędy tej kategorii, które aczkolwiek istnieją, są jednakże bardzo trudne do wykrycia.

Niektóre teodolity ze względu na zbyt wielkie tarcie na stożkowych powierzchniach nośnych, lub wskutek niedopuszczalnej wielkości luzu pomiędzy temi powierzchniami, albo też wskutek niestałości podstawy, ulegają „porywaniu limbusem”; błąd ten może być wykryty jednym z dwóch poniższych sposobów.

Jeżeli przyczyna tego błędu polega na istnieniu tarcia na powierzchniach nośnych, może on być zwykle wykryty przez czterokrotne odczytanie kierunku początkowego w każdym poczecie, to znaczy, na początku i na końcu każdego półpoczecia, zamiast jedynie dwukrotnego, jak przy metodzie zwykłej. Serja takich odczytów wskaże, czy ruch lunety z alhidadą porywa za sobą limbus. Jeżeli porywanie jest spowodowane przez lekkie ruchy instrumentu na statywie, błąd można usunąć zapomocą urządzenia, przedstawionego na fig. 32.

Jeżeli błąd pochodzi od zbyt wielkiego luzu na powierzchniach nośnych lub ruchu na statywie teodolitu, można go często wykryć

zapomocą tej samej metody obserwacji. Wpływ tego błędu możemy zmniejszyć w ten sposób, że po zakończeniu jednego poczetu, nastawienie lunety na kierunek początkowy dla rozpoczęcia nowego poczetu, wykonujemy, obracając powoli lunetę w kierunku ruchu zegarowego po większym łuku koła, przez co wszystkie obluzowane części instrumentu doprowadzamy do skrajnej granicy ruchu w tym kierunku. Po przetrzuceniu przez zenit nastawiamy lunetę na każdy kie-

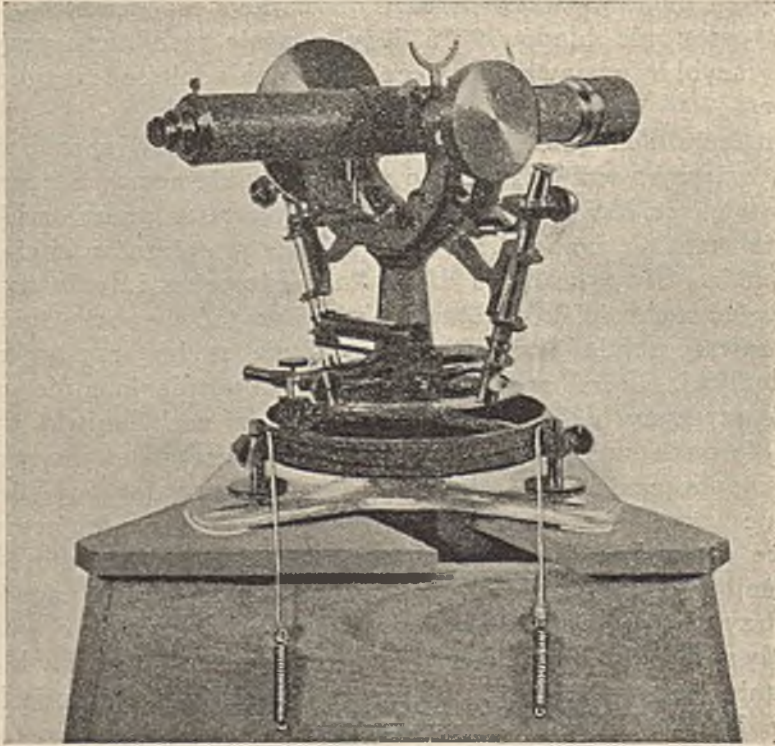


Fig. 32. Urządzenie do zwiększenia stałości lekkiego teodolitu na stanowisku.

Przytwierdzony sprężynami lekkimi, łatwo przenośny teodolit nie ustępuje pod względem stałości, ciężkiemu, wielkiemu teodolitowi.

runek przez obracanie w stronę przeciwną do kierunku ruchu zegarowego. Jeżeli luneta przy nastawianiu przekroczyła cel, nastawienie powtarzamy, obracając ją znowu we właściwym kierunku.

Sprawdzanie, czy „porywanie” istnieje, zapomocą nastawienia na punkt początkowy, dobrze jest przeprowadzać w dwóch lub trzech poczetach na każdym stanowisku. Tych odczytów kontrolnych na zamknięcie horyzontu nie należy wprowadzać do obliczeń.

Zmiana temperatury powoduje tak wielkie zmiany w instrumencie, że dla otrzymania dobrych rezultatów należy nawet mały teodolit chronić stale przed bezpośrednim światłem słońca. Wpływ zmian temperatury wywołuje rozmaite skutki. Część limbusea, położona od strony słońca rozszerza się, co wywołuje zmiany mimośrodowość limbusea, których nie można wyeliminować; podpórki lunety zmieniają swą stosunkową wysokość; pierścień przesłony, rozszerzając się psuje rektyfikację nitki, a że wielkości wszystkich tych ruchów zmieniają się z minuty na minutę, żaden system obserwacji nie usunie spowodowanych przez nie błędów. Tu leży właśnie zasadnicza przyczyna, dla czego szybkie nastawienie na cel daje dokładniejsze rezultaty, niż powolne.

Drugie źródło błędów. często nie doceniane, stanowi sposób manipulowania instrumentem. Dążność do przyśpieszenia nastawień powoduje czasami większe błędy, niż te, których obserwator przez szybkie nastawienie stara się uniknąć. Nigdy nie należy opierać ręki ciężko na instrumencie. Przy kręceniu bębna mikrometru i leniwki należy przestrzegać ruchu ściśle obrotowego i wystrzegać się pociągania w bok. Należy zawsze zbadać, czy niema opóźnienia ruchu przy wykręcaniu śrubki leniwki. Jeżeli zauważymy znaczne opóźnienie, a nie możemy wykryć przyczyny błędu, należy zawsze ostani ruch leniwki wykonywać w kierunku wkręcania. W związku z tem należy wspomnieć, że wiele podręczników geodezji ustala, iż obserwator powinien bezwzględnie wykonywać ostatni ruch leniwki w kierunku wkręcania. Jednakże wieloletnie porównania i doświadczenia obserwatorów przy triangulacji I rzędu wykazały, że przy śrubach dobrze nagwintowanych, utrzymanych w czystości i posiadających sprężyny o właściwej sile, błędy spowodowane nastawieniem ostatecznym leniwki w kierunku wykręcania, conajmniej nie są większe od błędów nastawiania leniwki stale w jednym kierunku, gdyż druga metoda może spowodować większe błędy szacowania, niż pierwsza.

Przyczyna grubych błędów leży często w podstawie teodolitu. Śruby nastawnicze powinny się obracać w ramionach spodarki ciasno, a nogi statywu powinny być mocno ześrubowane z głowicą. Obserwator powinien nauczyć się chodzić zdala od punktów oparcia statywu lub stanowiska, na którym stoi instrument i przestrzegać, aby żaden ruch boczny, wywołany jego ciężarem, nie przeniósł się przez luźne okrychy skalne i t. p. na nogi statywu. Przy obserwacji z wież, wybudowanych dawno, w których dziury od gwoździ poszerzyły się i porozrywały, a drzewo straciło swą moc, bardzo trudno otrzymać dobre rezultaty.

OŚWIETLENIE BOCZNE.

Błędy przy pomiarze kątów poziomych, spowodowane bocznem oświetleniem celu, są często dość znaczne. Właściwie mówiąc, mamy tu do czynienia z mimośrodkowością, która może być poprawiona, o ile znamy jej dokładną wielkość. Trudność leży w niemożliwości wyznaczenia jej dokładnej wielkości przez obserwatora, a to z powodu zależności jej od szybko zmieniających się czynników. Kąt słońca w stosunku do obserwowanego kierunku, grubość drąga sygnałowego, kształt celu, siła światła — wszystko to ma swój wpływ na wygląd sygnału.

Niektóre podręczniki geodezji podają trygonometryczne wzory na poprawkę na oświetlenie boczne w zależności od położenia słońca. Wobec tego jednak, że błędy, powodowane oświetleniem bocznem, zależą i od innych czynników, wzory te nie nadają się do użytku. Pas półcienia, leżący pomiędzy powierzchnią całkowicie oświetloną, a powierzchnią pozbawioną całkowicie bezpośredniego oświetlenia, zmienia się w zależności od siły światła. Wzór powyższy poza to może być stosowany jedynie do przedmiotów cylindrycznych, lub okrągłych, podczas gdy przy pomiarach często spotykamy sygnały z drzewa kantowego. Wpływ oświetlenia bocznego na tarczę, zrobioną z płótna, będzie inny, niż na tarczę o takich samych wymiarach, wykonaną z drzewa. Z tych względów najlepszym sposobem uniknięcia błędów, wywoływanych bocznem oświetleniem, o ile kontury sygnału są dobrze widoczne, jest dokładne zbadanie sygnału przez najlepszą z posiadanych lunet i zdecydowanie na podstawie tego badania, na który punkt oświetlonej powierzchni należy celować. Jeżeli kontury tarczy sygnałowej nie są widoczne, zaobserwowanie sposobu oświetlenia bańki blaszanej lub innego przedmiotu, umieszczonego w pewnej odległości z boku od sygnału, da nam przybliżoną ocenę sposobu nastawienia krzyża nitki na sygnał; należy przytem pamiętać, że większość naszych lunet daje obraz odwrócony.

Drzewo kantowe może być używane na drągi sygnałowe tylko przy krótkich celowych; jeden bok kantówki musi być zwrócony w kierunku stanowiska obserwatora. Przy ciągach I rzędu najdogodniej używać pionowego sygnału o przekroju poprzecznym w kształcie **T**. Drąg tego sygnału jest wykonany z kantówki o przekroju 5×5 cm, lub 5×10 cm, a poprzeczka z cienkiej deski, zwróconej ku stanowisku obserwatora. Cienkie brzegi deski pozwalają na uniknięcie błędu bocznego oświetlenia, a kantówka, niewidoczna dla obserwatora, daje sygnałowi potrzebną sztywność.

MIMOŚRODKOWOŚĆ.

Mówimy, że sygnał lub instrument jest mimośrodkowy, gdy jego środek nie leży na linii pionowej, przechodzącej przez punkt, do którego odnoszą się obserwacje. Właściwa poprawka na mimośród może być wprowadzona zawsze, o ile mamy odległość i kierunek do właściwego punktu. Pozatem obserwator pragnie częstokroć obliczyć błąd wyprowadzony z przybliżonych elementów mimośrodkowych, a spowodowany bocznem oświetleniem celu lub innymi przyczynami. Można to zrobić, pamiętając, że „sekunda = 1 stopa na odległości 40 mil”, lub że „cal = 3".3 na odległości 1 mili”¹⁾. Przy krótkich odległościach nieściśle centrowanie teodolitu lub sygnału może spowodować znaczne błędy. Nachylone lub zgięte sygnały muszą być obserwowane ze szczególną starannością, taką samą staranność należy stosować przy określaniu ich elementów mimośrodkowych. Najpewniejszy sposób polega na celowaniu na pewien określony punkt sygnału, np. na dół krzyżaka i odrzutowaniu tego samego punktu na znak stacyjny. Po przybyciu na stanowisko, na które celowano poprzednio, należy pomierzyć elementy mimośrodkowe, nim położenie sygnału się zmieni i zapisać wyniki w ten sposób, aby obliczający nie zrobił błędu przy wnoszeniu poprawki do odpowiedniego kierunku (patrz str. 97).

Przy użyciu lamp sygnałowych na krótkich celowych, należy ustawić lampę dokładnie w kierunku na obserwatora, gdyż szkło na przedzie lampy jest dostatecznie oświetlone, aby obserwator je zauważył nawet wtedy, gdy lampa nie jest prawidłowo wycelowana, co wpłynie na dokładność obserwacji.

REFRAKCJA BOCZNA.

Składowa pozioma krzywej, po której promienie światła przebiegają od celu do teodolitu, wywołuje błąd, który nie może być poprawiony metodą obserwacji. Jednakże przez staranny wywiad i dobór warunków obserwacji można go w większości wypadków uniknąć. Obecność tego błędu niezawsze można wykryć, lecz poniżej wskażemy pokrótce pewne warunki atmosferyczne i topograficzne, wpływające silnie na jego powstawanie.

Przy zwykłych warunkach atmosferycznych warstwy powietrza im bliżej powierzchni ziemi, tem są gęstsze i mają przebieg w przybliżeniu równoległy do powierzchni ziemi. Ponad terenem spadzistym warstwy te o różnej gęstości nie są poziome i promień świetlny, przechodzący przez nie, będzie się odchyłać zarówno w kierunku po-

¹⁾ 1 stopa = 0.3043 m. 1 cal = 2.54 cm (prz. tł.).

ziomym, jak i pionowym. Im większa jest różnica gęstości warstw, przez które promień przechodzi i im większe jest nachylenie warstw do poziomu, tem większe jest odchylenie promienia świetlnego.

Najważniejszą przyczyną tych zmian w gęstości warstw powietrza jest nierównomierne nagrzewanie. Siła i kierunek wiatru są także decydującymi czynnikami, gdyż w czasie silnego wiatru różnice temperatury i gęstości, stykających się warstw powietrza, są mniejsze. Często spotykanym wypadkiem w triangulacji jest przejście linii nad urwiskiem lub stokiem górskim. W tych wypadkach, o ile pierwszy poczet obserwacji wskazuje na istnienie refrakcji bocznej, niezbędne jest wykonanie obserwacji w pochmurną pogodę, lub przy wietrze o kierunku na urwisko. Gdy wiatr wieje wdół po pochyłości i poprzecznie do kierunku celowej, nagrzane na pochyłości powietrze powoduje często znaczną refrakcję boczną. Podobnie znaczną refrakcję boczną otrzymamy, gdy celowa przechodzi w pobliżu budynku lub muru. Odchyłka kątowa będzie tem większa, im przyczyna zaburzenia znajduje się bliżej obserwatora.

Celowa, przechodząca ponad równą okolicą, może także podlegać refrakcji bocznej pod wpływem zmian w warunkach pokrycia terenu, nad którym przechodzi. Wpływ ten wyjaśnimy dla pewnego krańcowego wypadku, gdy celowa przechodzi ponad okolicą pokrytą lasami, z wyjątkiem miejsca, gdzie znajduje się pole orne w kształcie V, o wierzchołku, położonym pod celową. Przy słabym wietrze, wiejącym przez pole w kierunku celowej, promienie światła zostaną odchylone poziomo, gdyż ogrzane powietrze tworzy nad polem ornem pionowy graniastosłup trójścienny, o gęstości innej, niż gęstość atmosfery, przylegającej do niego z boków.

Ze względu na te wszystkie czynniki, obserwacje nocne są dokładniejsze od dziennych, ale mogą one też być obciążone błędami, pochodzącymi z podobnych przyczyn. O ile pisarz używa lampy, dającej dużo ciepła, należy lampę umieścić tak, aby celowa nie przechodziła przez słup ogrzanego powietrza, gdyż takie przejście w pobliżu obserwatora spowodować może znaczny błąd refrakcji. Samochody lub namioty, znajdujące się w pobliżu celowej, mogą także spowodować odchylenie poziome.

Nie należy sądzić, że błędy refrakcji bocznej są zawsze niewielkie. Przy triangulacji I rzędu, przy której prawdopodobny błąd kierunku wynosi średnio $0''.5$, często zdarzały się wypadki, gdy refrakcja boczna wynosiła $3''$ do $6''$. Czasami przy istnieniu takich błędów, obserwacje jednej nocy wykazują niewielkie odchyłki w obserwowanych kierunkach i w wynikach obserwacji nie otrzymamy żadnego

kryterjum do osądzenia, czy kierunek zawiera błąd. Dopiero zamknięcia trójkątów dostarczą nam wskazówek, dotyczących źródła błędu.

Wpływ zmian gęstości powietrza możemy stwierdzić w drganiu sygnałów i światła lamp sygnałowych, obserwowanych przez lunetę. Do określenia wyglądu sygnału używamy przy opisie zwrotów: „wynurzający się”, „falujący”, „kołyszący się”; do opisu światła — określeń: „migające”, „migotliwe”, „poruszające się”. Ogólnie można powiedzieć, że wynurzający lub kołyszący się sygnał i migające światło nie nastęrcza obserwatorowi trudności lub wahań, lecz falujący sygnał i migotliwe światło należy dokładnie zbadać, czy nie zachodzi ruch wahadłowy środka obrazu. W tym celu krzyż nici lunety ustawia się na sygnał lub światło z możliwą do osiągnięcia dokładnością i przez minutę lub dwie bada się jego zachowanie, dopóki nie rozpoznamy dokładnie wielkości i charakteru jego ruchów. Określenie „poruszający się” stosujemy do sygnału lub światła, wskazującego wahadłowy ruch kątowy. Zaobserwowane tego rodzaju przesunięcia dochodziły do 10", a nawet 15", z okresem wahań 2 do 3 minut; tak wielkie przesunięcia kątowe są rzadkością, w razie jednak jeżeli one zachodzą, należy się obawiać otrzymania niezadawalniających wyników.

INNE WARUNKI, WPŁYWAJĄCE NA DOKŁADNOŚĆ OBSERWACYJ.

Wpływ siły i wielkości światła. Przy doświadczeniach laboratoryjnych rozmiar przedmiotu, na który celujemy, posiada znaczny wpływ na dokładność, z jaką możemy go przepołowić linią prostą. W podobny sposób, rozmiar światła wpływa w pewnym stopniu na dokładność obserwacji kierunków, lecz w warunkach polowych nie posiadamy możliwości zbadania wielkości wynikających stąd błędów. Poza tem stwierdzono, że błąd, spowodowany nastawieniem na światło o dużych rozmiarach, w porównaniu z błędami, pochodzącymi z innych źródeł, jest niewielki. W podręcznikach geodezji spotykamy czasami wzory na obliczenie wielkości średnicy światła sygnałowych dla różnych odległości, lecz wzory te niezupełnie nadają się do obliczeń polowych, gdzie długość celowych przekracza 15 km i gdzie widomy rozmiar oddalonego światła prawie całkowicie zależy od stałości atmosfery. Światło elektrycznej lampy sygnałowej może wyglądać jednej nocy, jako punkt świetlny, gdy w następną noc widoczne będzie pod kątem 40", lub większym; czasami nawet godzinny okres czasu może wywołać taką samą zmianę w obserwowanej wielkości światła. Przy niestałych warunkach atmosferycznych użycie pierścieni przesłaniają-

cych zmniejszy siłę światła i przy celowych, dłuższych od 8—16 km, może nawet zupełnie zaciemnić jego obraz, lecz nie zmniejszy znacznie obserwowanej jego wielkości. Jednakże przy celowych 3—5 km użycie pierścieni przesłaniających, lub zastosowanie lamp z mniejszym reflektorem, zazwyczaj jest korzystne, podobnie, jak i zastosowanie przerywanych błysków światła.

Drugim czynnikiem, wpływającym na dokładność nastawienia, jest widoma siła światła, na które nastawiamy. Bez wątpienia, największą dokładność uzyskamy przy celowaniu na światła o mniej więcej równej sile, gdyż wtedy może być zachowane jednakowe oświetlenie nici lunety. Z drugiej strony wieloletnie doświadczenie wykazało możliwość uzyskania wymaganej przy triangulacji I rzędu dokładności, nawet przy tak słabym świetle, że dla wykrycia go trzeba ustawić lunetę, przed nastawieniem na cel, na odpowiednie odczyty koła poziomego i pionowego. Gdy światło jest bardzo słabe, nastawienie na cel wykonywamy przy o tyle zmniejszonym oświetleniu nici, aby były one ledwo widoczne; dopiero po wykryciu światła sygnałowego i sprowadzeniu go na środek krzyża zwiększamy oświetlenie. O ile nie możemy dojrzeć światła sygnałowego, pomimo że zmniejszyliśmy oświetlenie nici do ostatnich granic ich widoczności, nastawienie lunety wykonujemy przez kolejne przybliżenia: po zgaszaniu oświetlenia nici ustalamy sobie w oku położenie światła w polu widzenia lunety i na to miejsce staramy się po oświetleniu nici sprowadzić krzyż nitkowy. Właśnie w celu umożliwienia nastawienia lunety na tak słabe światło, wyłącznik lampek, oświetlających nici, posiada zawsze kształt dźwigni, umieszczonej w ten sposób, aby było wygodnie przyciskać ją ręką, którą nastawiamy leniwkę.

Gdy światła sygnałów są duże i migotliwe, otrzymanie dokładnych nastawień może być tak samo trudne, jak przy światłach słabych. Przy równoległych niciach, obejmujących kąt $25''$ — $30''$, jakie zwykle mamy przy teodolitach nowoczesnych i przy świetle migotliwym o średnicy $1'$ łukowej — jest rzeczą beznadziejną dla początkującego obserwatora otrzymanie pomiaru kątów z dokładnością, wymaganą przy triangulacji I rzędu. Dopiero doświadczenie wielu lat może tego nauczyć, gdyż tylko doświadczone oko potrafi przeciąć nitką tarczę przez pół z bardzo małym błędem, lub conajmniej z błędem, skierowanym w jedną stronę, który może być w znacznym stopniu usunięty metodą obserwacji.

Gdy światło jest bardzo wielkie i przytem migające, powstaje instynktowna chęć użycia najmniejszego powiększenia lunety, gdyż zdaje się to nadawać regularniejszy wygląd konturom światła, skracając wysunięte promienie światła. Przekonanie to jest błędne, gdyż

większe powiększenie pozwala obserwatorowi lepiej zdecydować, na którą część światła powinien celować. Zwykle właściwy punkt nastawienia nie znajduje się ani w środku najjaśniejszej części światła, ani w środku całkowitej powierzchni światła, lecz w pewnym punkcie pomiędzy obu temi środkami. Tylko doświadczenie nauczy nastawiania na właściwy punkt z niejaką pewnością.

Przy bardzo intensywnem świetle zachodzi możliwość gorszej widoczności nici. Do poprawienia tego możemy zastosować jeden lub oba z podanych poniżej środków. Należy zażądać zapomocą sygnalizacji zmniejszenia siły światła przez heljotropistę zapomocą wyłączenia pewnej ilości bateryj, lub zmiany ich na stare, albo też obserwator winien zwiększyć oświetlenie nici. Innym skutecznym środkiem zmniejszenia szkodliwego działania silnego światła jest stosowanie nici grubych i czarnych, zamiast cienkich i miejscami przeświecających. Grube nici mają pozatem przewagę przy słabem świetle sygnałowym i konieczności osłabienia oświetlenia nici. Przy stosowaniu siatki, zawierającej dwie nici pionowe, konieczne jest tylko, aby były one gładkie i dokładnie równoległe. Nawet przy małych instrumentach równoległe nici pionowe, o ile tylko są umocowane na dostatecznej odległości jedna od drugiej, są lepsze, niż używany zwykle krzyż nitkowy, ponieważ nitki równoległe nie zasłaniają sygnału.

Światło częściowo zasłonięte. Jeżeli pewna część światła o wielkiej średnicy, obserwowanego przez lunetę, jest zasłonięta, kąt pomierzony będzie zawierać błąd, który można będzie wykryć dopiero w zamknięciach trójkątów. W pewnym wypadku częściowe zasłonięcie światła, wysłanego z punktu, odległego o 37 km, przez drzewo w odległości 13 km od stanowiska obserwatora, spowodowało błąd w kierunku około 7". Przy ciągach wielobokowych może się zdarzyć, że celowa, przechodząca pod przeszkodą, jest całkowicie widoczna w dzień w czasie przeprowadzania wywiadu, lecz w nocy zwiększona refrakcja spowoduje częściowe lub całkowite zasłonięcie światła.

Szybkość obserwacji. Przy rozpatrywaniu błędów instrumentu wykazaliśmy, że szybkość przy wykonywaniu obserwacji wpływa dodatnio tak na dokładność wyników, jak i na koszt pracy. Wobec tego, że szybkość jest określeniem względnem, postaramy się dać temu określeniu dokładniejsze znaczenie, gdyż szybkość obserwacji nie wymaga pośpiesznych ruchów, ani też nie powinna spowodować niedbałego wykonania pracy. Z wyjątkiem rzadkich wypadków nastawiania na powoli wibrujące światło, nie powinno się stracić na nastawienie lunety na światło więcej, niż jedną do dwóch sekund, po stwierdzeniu przez obserwatora, że nastawienie jest dobre. Najlepiej jest zostawić instrument w spokoju natychmiast po stwierdzeniu

dobrego przecięcia światła nitką pionową. Mikrometry należy odczytywać zdecydowanie, bez długich wahań. Jeżeli wszystkie sygnały świetlne są widoczne gołym okiem i nie traci się czasu na nastawianie na słabe sygnały świetlne, wyszkolony obserwator może w ciągu całego wieczoru robić jedno nastawienie na minutę, odczytując sam wszystkie trzy mikrometry. Stąd wynika, że jeden poczet na punkcie o 5 kierunkach zajmie 10 minut czasu, włączając w to nastawienia na kierunek początkowy. Przy instrumencie o dwóch mikrometrach, lub gdy obserwator ma pomocnika do odczytywania mikroskopów, czas ten może być jeszcze bardziej skrócony.

ZGODNOŚĆ OBSERWACYJ.

Fakt, że kierunki na pewne sygnały, otrzymywane z różnych poczetów lub nastawień limbusem, wykazują znaczne różnice, niezawsze oznacza, że ich średnia wartość będzie daleka od prawdziwej, z drugiej strony małe różnice niezawsze wskazują na nieobecność pewnych błędów stałych. Przepisowe metody i instrumenty winny nam zwykle zapewnić pożądane wyniki. Jeżeli to nie zachodzi, obserwator powinien jaknajprędzej wyszukać błąd i usunąć go. Jeżeli błąd jest spowodowany refrakcją boczną, wystarczy podwyższyć stanowisko instrumentu lub odpowiedniego sygnału. Jeżeli błąd refrakcji bocznej jest spowodowany perjodycznymi wiatrami, jest rzeczą wskazaną przesunięcie się na następne punkty i zaobserwowanie ponowne danego punktu po zmianie warunków wiatru, chociaż zazwyczaj powoduje to zwiększenie wydatków. Przedewszystkiem obserwator nie powinien starać się polepszać wyników swych obserwacyj przez celowanie na różne części światła, a nie na tą, która według jego sądu jest właściwym punktem nastawienia. Powinien on zachowywać obiektywne stanowisko w stosunku do swych wyników i odczytywać kąty tak, jak je schwytał po nastawieniu, gdyż kąt, poprawiony dla uzyskania lepszego zamknięcia trójkąta, może spowodować wielką poprawkę kierunku po przeprowadzeniu wyrównania metodą najmniejszych kwadratów. Najlepsze wyniki uzyskamy, traktując po zakończeniu obserwacyj wszystkie odczyty, jako wartości zaobserwowane wiernie.

WYZNACZENIE WARTOŚCI PODZIAŁKI POZIOMNICY.

W polu częstokroć zachodzi konieczność wyznaczenia wartości podziałki poziomnicy, kiedy nie mamy do dyspozycji sprawdzianu poziomnic (egzaminatora). Możemy jednak tego dokonać zapomocą poniższej metody. Zasada tej metody polega na pomiarze w jednost-

kach podziałki poziomnicy kątovej wartości odcinka o znanej długości, umieszczonego na znanej odległości. Wartość podziałki poziomnicy otrzymamy przez obliczenie kąta, pod jakim widzimy pomierzony odcinek.

W tym celu poziomnicę, którą chcemy zbadać, przytwierdzamy zapomocą lepkiej taśmy lub innego środka wzdłuż lunety teodolitu, posiadającego leniwkę do ruchu lunety w płaszczyźnie pionowej. Na znanej odległości od teodolitu, np. 15 lub 30 m, zawieszamy taśmę lub ustawiamy pionowo łątę o dokładnym podziale. Jeżeli badamy poziomnicę typu komórkowego, to długość bańki doprowadzamy do jednej trzeciej lub połowy długości podziałki rurki poziomnicy, potem celujemy na pewną kreskę podziałową taśmy lub łąty, obraną w ten sposób, aby koniec bańki dochodził prawie do końca rurki, skierowanego ku okularowi lunety. Odczytujemy i zapisujemy odczyty obu końców bańki. W celu usunięcia wpływu tarcia bańki o rurkę powtarzamy tę czynność 10 razy, nastawiając krzyż nici lunety na podziałkę naprzemian, raz dochodząc do niej od góry, drugi raz od dołu. Średnia ze wszystkich odczytów będzie średniem położeniem środka bańki.

Następnie nastawiamy krzyż nici na pewną kreskę podziałową taśmy lub łąty, obraną w ten sposób, aby koniec bańki, zwrócony do obiektywu lunety, znalazł się przy końcu rurki. Odczytujemy i zapisujemy, jak poprzednio i otrzymujemy średnie położenie środka bańki. Mierzymy dokładnie odległość od łąty do osi poziomej obrotu lunety, obliczamy wartość kątową odcinka, zawartego między obu obserwowanymi kreskami podziałowymi łąty i dzielimy ją przez ilość podziałek rurki poziomnicy pomiędzy obu położeniami średniemi środka bańki. Dokładność, otrzymanej w ten sposób wartości podziałki poziomnicy, nie ustępuje dokładności, osiąganey na przeciętnym sprawdzianie poziomnic.

OKREŚLENIE WYSOKOŚCI PUNKTU PRZEZ OBSERWACJĘ LINJI HORYZONTU MORZA.

Czasami trudno jest dowiązać łańcuch triangulacyjny do reperów niwelacyjnych. Ale jeżeli z pewnych punktów mamy widok na ocean lub morze, to wysokości punktów, wyznaczone przez łańcuch triangulacyjny sposobem trygonometrycznym, mogą być sprawdzone i poprawione przez obserwację linii horyzontu morza. Wysokości, wyznaczone tym sposobem, nie są tak dokładne, jak wysokości otrzymane z nawiązania do reperów niwelacyjnych, gdyż obserwacje są

jednostronne, a pozatem nie możemy uwzględnić wahań współczynnika refrakcji (m), który w ciągu dnia obserwacji horyzontu morza może się zmieniać w granicach od 0.078 do 0.130. Wzór na obliczenie wysokości punktu, na podstawie pomierzonego kąta, zawartego pomiędzy poziomem a horyzontem morza, jest następujący:

$$h = \frac{1}{2} \rho \frac{\Theta^2}{(1-m)^2} \sin^2 1'' + \frac{1}{8} \rho \frac{\Theta^4}{(1-m)^4} \sin^4 1'',$$

gdzie: h — wysokość punktu nad poziomem morza,
 ρ — promień krzywizny ziemi (w tych samych jednostkach, co h),
 m — współczynnik refrakcji,
 Θ — pomierzony kąt pomiędzy poziomem i horyzontem morza.

Dla zwykłych celów, oraz gdy Θ nie przekracza $120''$, drugi wyraz powyższego wzoru może być odrzucony, tak samo jak i drugie potęgi m w pierwszym wyrazie; wzór wtedy przekształci się na następujący ¹⁾:

$$h = \frac{1}{2} \rho \frac{\Theta^2}{1-2m} \sin^2 1''.$$

Gdy pragniemy otrzymać dokładniejsze wyniki, należy zanotować czas obserwacji i wprowadzić poprawkę na wysokość przyplwy morza.

OBLICZENIA POLOWE.

Obserwator musi wykonać w polu jedynie tylko takie obliczenia, jakie mu są potrzebne do wyznaczenia osiągniętej dokładności, oraz do doprowadzenia obserwacji do takiego stanu, aby były one gotowe do obliczeń biurowych. Jeżeli okaże się pilna potrzebna obliczenia w polu spórzędnych geograficznych pewnych punktów sieci, musi to być zaznaczone w instrukcji dla kierownika partji. Wszystkie obliczenia winny być wykonane czysto i porządnie, na odpowiednich formularzach i prowadzone bieżąco. Zwłaszcza ostatni warunek wymaga stałych starań i dopilnowania ze strony kierownika partji.

Poniżej jest podany wykaz formularzy i wzorów obliczeń, używanych w polu. Na następnych stronicach został podany krótki opis właściwego wypełniania każdego formularza.

¹⁾ Przyjmując współczynnik refrakcji równy 0.130, błąd spowodowany odrzuceniem drugiego wyrazu dla $\Theta = 60''$, wyniesie 0.1 m, dla $\Theta = 120''$ — 2.1 m i dla $\Theta = 180''$ — 10.2 m.

DZIENNIK POMIARU KIERUNKÓW POZIOMYCH.

Fig. 33 przedstawia podwójną stronicę dziennika pomiaru kierunków poziomych. Przed zrobieniem wykazu kierunków muszą być sprawdzone średnie, przyczem lepiej, ażeby kontroli nie przeprowadzał ten, kto dokonał obliczeń, a ktoś inny. Każda skontrolowana stronica powinna być u dołu opatrzona w znak kontroli, t. j. inicjały kontrolującego. Na fig. 33 mamy również uwidoczniony sposób zapisywania czasu i odczytów poziomnicy przy wyznaczaniu azymutu z obserwacji Polaris. Końcowe sekundy kierunku na Polaris nie zostały wpisane, gdyż do formularza obliczeń zostały wprowadzone średnie kąty pomiędzy Polaris i mirą.

WYKAZ ZREDUKOWANYCH KIERUNKÓW POZIOMYCH.

Jest ważną rzeczą, aby formularz ten został wypełniony bardzo starannie, gdyż średnia wartość kierunku, wziętego z wykazu zredukowanych kierunków poziomych, stanowi podstawę do dalszych obliczeń. Do zeszytu tego należy wpisać każdy poczet, otrzymany na punkcie, za wyjątkiem tych wizur, które były wykonane w jednym lub dwu poczetach. Odczyty odrzucone powinny być oznaczone literą *R*¹⁾. Wzór formularza przedstawia fig. 34 i 34a.

Jeżeli na pewnym stanowisku użyto, jako kierunku początkowego, więcej niż jednego kierunku, mamy wtedy różne sposoby redukcji wszystkich kierunków do jednego kierunku początkowego. Fig. 34 i 34a wskazują właściwą drogę obliczania wspólnego kierunku początkowego w kilku typowych wypadkach.

Na stanowisku Granite użyto przy obserwacjach dwóch kierunków początkowych: South Base i Westedge, a kierunek South Base wprowadzono, jako kierunek początkowy do wykazu kierunków. Dodatkowy wykaz kierunków na fig. 34a został zredukowany najpierw do kierunku Westedge, jako początkowego, poczem dopiero kierunki wykazu na fig. 34 zostały zredukowane do kierunku South Base, jako początkowego. Trzeba więc było zmienić wartości kierunków, zredukowanych do kierunku Westedge na odpowiednie wartości, zredukowane do kierunku South Base, jako początkowego, oznaczając takie zmienione kierunki w wykazie literą *T*²⁾ dla wskazania ich pochodzenia. Np. na fig. 34a, poczet Nr. 1 kierunku Floyd, zredukowanego na Westedge, wynosi 271° 11' 44".0, podczas gdy poczet Nr. 1 kierunku Westedge, zreduko-

¹⁾ Rejected — odrzucony (prz. tł.).

²⁾ Transferred — przeniesiony (prz. tł.).

wanego na South Base wynosi $17^{\circ} 17' 49''.5$; suma obu tych kierunków, wynosząca $288^{\circ} 29' 33''.5$, jest kierunkiem Floyd, zredukowanym na South Base, jak wskazano na fig. 34, w poczecie Nr. 1. Podobnie i wartości innych poczetów kierunków Floyd i Williams z wykazu dodatkowej re-

MINISTERSTWO HANDLU

REDUKCJA KIERUNKÓW

Sł. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 470.

Stan Arizona

Punkt *Granite*Obliczył *O. P. S.*

Data: 25.7.—6.8.

Obserwator *C. V. H.*Sprawdził *W. F. R.*

Inst. Nr.

Poczet Nr.

OBSERWOWANE PUNKTY

	<i>South Base</i>	<i>Westedge</i>	<i>Union</i>	<i>Floyd</i>		<i>N. Base</i>	<i>Williams</i>	<i>Frisco</i>
(Początkowy)	0' 00"	0' 17"	0' 89"	0' 288"		0' 318"	0' 325"	0' 344"
	"	"	"	"		"	"	"
						47.8		
1	0.00	49.5	01.3	33.5 T		(41.6) R	49.0	57.0
2	0.00	53.0	00.4	35.7 T		46.5	53.0 T	54.5
3	0.00	49.6	59.6	32.4 T		49.3	51.1 T	56.7
4	0.00	51.5	59.8	36.3 T		47.3	53.3	59.6
5	0.00	50.8	02.2	37.3 T		46.2	51.3	58.3
6	0.00	51.0	02.8	38.3 T } 36.6 T }	37.4	48.0 (42.5) R	51.8 (57.2) R	60.7
7	0.00	48.2	58.5	32.8		45.8	52.8	56.5
8	0.00	50.4	03.0	36.8		46.8	52.2	60.0
9	0.00	52.2	05.0	35.5		45.8	53.0	54.5
10	0.00	52.0	00.5	36.2		47.7	52.8	56.7
11	0.00	50.5	00.6	35.7		46.4	52.2	55.7
12	0.00	51.7	00.7	35.3		48.3	53.8	59.7
13	0.00	50.5	02.5	32.3		48.0	51.0	56.5
14	0.00	50.7	03.8	35.4		47.2	54.0	59.2
15	0.00	48.8	59.2	34.2		47.0	52.8	59.6
16	0.00	51.7	04.6	33.7		47.0	52.2	57.8
Suma		812.1	24.5	560.5		755.1	836.3	923.0
Średnia		50.76	01.53	35.03		47.19	52.27	57.69
Popr. na mimośr.			-0.26					
Kierunek		50.76	01.27	35.03		47.19	52.27	57.69

Fig. 34. Przykład redukcji kierunków.

dukcji kierunków zostały zmienione, przy zastosowaniu do każdego poczetu odpowiedniej wartości kąta pomiędzy kierunkami South Base i Westedge. W wartości kierunku Frisco, fig. 34a, nie potrzebujemy

przeprowadzać żadnych zmian, gdyż został on zaobserwowany w pełnej ilości poczetów w stosunku do obu kierunków początkowych. Średnia z poczetów kierunku Frisco, zredukowanego na kierunek Westedgę, t. zn. $326^{\circ} 55' 07''.57$, dodana do średniej z poczetów kierunku Westedgę, zredukowanego na South Base, wynoszącej $17^{\circ} 17' 50''.76$, daje

MINISTERSTWO HANDLU

REDUKCJA KIERUNKÓW

St. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 470.

		Stan Arizona		
Punkt	Granite	Obliczył O. P. S.		
Observer	C. V. H.	Sprawdził W. F. R.		
Poczet Nr.		OBSERWOWANE PUNKTY		
	Westedge (Początkowy)	Floyd	Williams	Frisco
	0° 00'	0'	0'	0'
	0° 00'	271 11	301 17	326 55
	"	"	"	"
1	0.00	44.0	59.5	07.2
2	0.00	42.7	60.0	56.5
3	0.00	42.8	61.5	07.1
		44.6		
4	0.00	45.0		09.0
5	0.00	46.5		07.0
6	0.00	47.3		10.0
7	0.00			06.3
8	0.00			08.7
9	0.00	Przeniesione na arkusz 1	Przeniesione na arkusz 1	07.1
10	0.00			05.9
11	0.00			08.2
12	0.00			08.0
13	0.00			06.7
14	0.00			07.0
15	0.00			09.1
16	0.00			07.3
	Suma			121 1
	Średnia			07.57
	Popr. na mimośr.			
	Kierunek			07.57

Fig. 34a. Przykład redukcji kierunków przy obserwacji niepełnej serii.

$344^{\circ} 12' 58''.33$. Średnia z tej wartości i wartości kierunku Frisco, zredukowanego na South Base, wynosząca, $344^{\circ} 12' 57''.69$, jest użyta w wykazie kierunków, przedstawionym na fig. 35. Jeżeli w ciągu jednej nocy zaobserwowaliśmy jeden kierunek w więcej niż 10 lub 12 poczetach,

możliwych do przyjęcia, należy tym obserwacjom przy wyznaczaniu średniej z kierunków przypisać jednakową wagę z obserwacjami, dokonanymi w następną noc. Ogólnie, jeżeli pomierzono pewien kierunek w więcej niż 10 poczetach w ciągu jednej lub więcej nocy, żadnej z tych nocnych obserwacji nie należy odrzucać, choćby różniła się ona od średniej ze wszystkich wartości poczetów tego kierunku więcej, niż o $0''.5$. Jeżeli różnica ta jest większa, niż $0''.5$ należy wybrać z nocnych obserwacji ten pomiar, który daje najlepsze zamknięcia trójkątów, z warunkiem, aby zawierał conajmniej 12, możliwych do przyjęcia, poczetów.

Należy zauważyć, że wobec pomiaru kątów South Base—Westedge i South Base—Frisco, właściwą wartość kierunków można otrzymać przez wyrównanie metodą najmniejszych kwadratów (patrz Wyrównanie stanowiska str. 8 — 13, Special Publication Nr. 28).

W wielu jednakże wypadkach wyniki, otrzymane przez takie wyrównanie stanowiska nie dają wartości współmiernej z ilością czasu, wymaganego do obliczeń i zwykle średnią wartość sumy kątów obliczamy metodami zwyczajnymi, zapewniającymi wymaganą dokładność. Gdy jednak pomierzono kilka takich kątów, a zwłaszcza gdy średnie, otrzymane z rozmaitych obliczeń, różnią się znacznie, wtedy należy przeprowadzić wyrównanie stanowiska.

Kierunek na Floyd, fig. 34, w poczecie Nr. 6 ma dwie wartości, możliwe do przyjęcia. W takich wypadkach bierzemy średnią ze wszystkich wartości danego poczetu i przy tworzeniu ogólnej średniej wartości tej nadajemy wagę, równą wadze każdego z pozostałych poczetów. Robimy to na tej zasadzie, że zasadniczym czynnikiem dokładności jest równomierne rozmieszczenie odczytów dookoła limbuse. Przy dokładnym podziale koła limbuse prawdopodobne błędy podziału nigdy nie są tak wielkie, jak błędy odczytów, jednakże najpewniejszą drogą w postępowaniu będzie nadanie wszystkim poczetom równych wag.

Odrzucanie obserwacji. Główna trudność przy obliczaniu formularza leży w rozstrzygnięciu, które obserwacje należy odrzucić. Wzory, używane do wyznaczenia tych wartości pomierzonych, które należy odrzucić, są zbyt zawile, by można było je stosować i nie są odpowiednie do zastosowania przy krótkich serjach obserwacji. Wskutek tego, stosujemy zwykle pewne stałe granice odrzuceń, wyznaczone na podstawie doświadczeń z pomiarów poprzednich danym instrumentem, lub na podstawie innych właściwych zasad. Przy pomiarach teodolitem, powszechnie używanym przy triangulacji I rzędu, dla wartości kątowej kierunku w jakimkolwiek poczecie, jako granicę odrzucania przyjmuje się różnicę $4''$ od wartości średniej. Sposoby

właściwego stosowania granicy odrzuceń są podane poniżej. Jeżeli stwierdzimy, że przy przestrzeganiu tej granicy, ilość obserwacji odrzucanych przeciętnie jest znacznie większa od 10% całkowitej ilości obserwacji, należy prosić szefa Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych o podwyższenie granicy odrzuceń, jednakże przedtem należy poczynić wszelkie wysiłki, celem wyszukania przyczyny wielkich różnic.

Poniższe uwagi dadzą dostateczne wskazówki, któremi należy się kierować przy odrzucaniu wartości zaobserwowanych.

1. Poza odczytami, odrzuconymi podczas wykonywania obserwacji, nie należy odrzucać żadnego innego odczytu, zawartego w dopuszczalnych granicach (w przykładzie granicą tą jest $\pm 4''$ od średniej). W dzienniku pomiarów winien obserwator przytoczyć powody odrzucenia. Zasada ta nie dotyczy wypadku, gdy cała serja obserwacji pewnego kierunku jest odrzucona na korzyść innej serji o 12 lub więcej poczetach, jak przytoczono na str. 94.

2. Średnia z 2 lub więcej odczytów jednego poczetu może być użyta tylko wtedy, gdy wszystkie te odczyty znajdują się w granicach dopuszczalnych.

3. Przy jednym odczycie w granicach dopuszczalnych i drugim poza temi granicami, należy przyjąć odczyt, pozostający w granicach dopuszczalnych, a nie średnią z dwóch odczytów, choćby średnia pozostawała w granicach dopuszczalnych.

4. Gdy oba odczyty wypadają poza granicami dopuszczalnemi, jeden bardzo wysoko, drugi bardzo nisko, a średnia wypada w granicach dopuszczalnych, należy oba odczyty odrzucić i zbadać poczet. Jeżeli okaże się, że ani jeden odczyt tego poczetu nie wypada wewnątrz granic dopuszczalnych, należy poczet całkowicie odrzucić, i do obliczenia ogólnej średniej użyć pozostałych poczetów.

5. Wrazie gdy wszystkie 16 odczytów zdają się rozpadać na dwie grupy, o średnich, różniących się od siebie o 2'', lub więcej, obserwator winien postępować bardzo ostrożnie. Średnia z 16 wartości będzie w tym wypadku oczywiście błędną wartością kierunku. W tym wypadku, a także i wtedy, gdy ta różnica przekracza 1'', należy wszystkie 16 poczetów dla danego kierunku zaobserwować powtórnie i użyć tych nowych danych do określenia wartości kierunku.

6. Należy odrzucić przed obliczeniem próbnej średniej wszystkie odczyty, zawierające oczywiste grube błędy, które rozpoznamy po bardzo znacznym odskoku wartości odczytu od przybliżonej wartości średniej. Po obliczeniu próbnej średniej i odrzuceniu wartości, przekraczających granicę odrzucenia, wartości już odrzuconych nie wolno wprowadzać zpowrotem do obliczenia, chociażby się one znalazły w stosunku do nowej średniej wewnątrz granic dopuszczalnych.

7. Wyniki, otrzymane przez ściśle stosowanie się do granic odrzucenia, nawet gdy odrzucona wartość leży tuż poza granicą, będą się prawdopodobnie bardzo mało różnić od wyników, które wyprowadzilibyśmy na podstawie długich rozważań; partja polowa oszczędzi dużo czasu przez ściśle stosowanie się do przepisów o granicach odrzucenia.

WYKAZ KIERUNKÓW POZIOMYCH.

W wykazie kierunków poziomych, fig. 35, średnie ze wszystkich nieodrzuconych zredukowanych kierunków są ułożone w porządku wzrastania azymutów od pewnego wybranego kierunku początkowego. Wykaz ten zawiera nie tylko kierunki do głównych punktów, umieszczonych i obliczonych w zeszyte redukcji kierunków, lecz także kierunki do punktów wciętych i znaków odniesienia.

Dane tego formularza zawierają materiał, służący za podstawę do obliczeń biurowych. Dane te winny być tak dokładnie sprawdzone, żeby nie trzeba było w biurze zaglądać do dziennika pomiarów lub wykazu zredukowanych kierunków poziomych. Jedyny wyjątek w tej zasadzie może zająć tylko wtedy, gdyby wykonanie redukcji pomiarów mimośrodkowych w polu groziło zatrzymaniem pracy partji. Wypadek ten zostanie uwzględniony w następnych paragrafach.

Na odwrocie wykazu kierunków poziomych jest podana instrukcja o sposobie wypełniania go. Tutaj omówimy tylko dwa punkty tej instrukcji a mianowicie: ilość znaków dziesiętnych w sekundach przy obliczaniu średnich kątów i sposób postępowania przy pomiarach mimośrodkowych. Co do pierwszego punktu, kierunki główne triangulacji I rzędu winny być wyznaczane z dokładnością do $0''.01$, punkty II rzędu i dokładniej wyznaczone punkty wcięte na budowłach stałych — do $0''.1$, a kierunki do takich punktów, jak szczyty gór i t. p. — do $1''$. Kierunki do bliskich przedmiotów, jak np. kierunki do znaków odniesienia, oraz do znaków zabezpieczenia (świadców) zaokrąglamy do $10''$. Naogół należy podawać o 2 znaki więcej, t. zn. że trzecia cyfra od prawej strony liczby, oznaczającej sekundy, winna mieć błąd niewiększy od jedności.

Drugi punkt, na który należy położyć nacisk przy wypełnianiu wykazu kierunków poziomych, stanowi właściwe zanotowanie elementów mimośrodkowych i redukcja pomierzonego mimośrodkowego kierunku na punkt właściwy. Jeżeli kierunek nie został zredukowany, sekundy tego kierunku należy wypisać nie atramentem, lecz ołówkiem. Tej zasady trzeba bezwzględnie przestrzegać dla uniknięcia pomyłkowego przyjęcia kierunku niezredukowanego za zredukowany.

Na wykazie kierunków zredukowanych kierunki główne powinny się wyróżniać spośród innych. W tym celu nazwy kierunków głównych piszemy grubemi, drukowanemi literami, a nazwy pozostałe pismem zwykłym. Przykład na fig. 35 przedstawia wzór takiego syste-

MINISTERSTWO HANDLU

WYKAZ KIERUNKÓW

Sł. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 24a.

Stan *Arizona*

Punkt <i>Granite</i>	Obliczył <i>O. P. S.</i>	Punkt	Obliczył
Obserwator <i>C. V. H.</i>	Sprawdził <i>W. F. R.</i>	Obserwator	Sprawdził
Obserwowane kierunki	Kierunki z wyróżnienia stanowiska		Końcowe sekundy
	0	"	"
South Base	00	00	00.00
Westedge	17	17	50.76
Zn. odn. Nr. 1, odl. 6.738 m	28	36	09
Union	89	58	01.27
Połudn. komin fabryki			
Tartak	92	43	21.4
Mimośr. światło, mimośr. 0.021 m.	103	08	
Zn. odn. Nr. 2, odl. 23.762 m.	200	25	08
Floyd	288	29	35.00
N. Base	318	34	47.19
Williams	325	54	52.27
Frisco	344	12	58.01

(Sposób zapisywania mimośrodu, gdy stanowisko jest mimośrodkowe, a mimośród celu przekracza 0.1 m)



W kierunku na **Union** i **Williams** światło jest wysyłane ze stanowiska mimośrodkowego heljotropu, jak podano wyżej. W kierunku na pozostałe punkty światło ustawione jest centrycznie. Stanowisko instrumentu — centryczne. Wszystkie kierunki zredukowane na centrum.

Punkty, na które kieruje się światło, winny być wyszczególnione na szkicu. Pomiar odległości od punktu właściwego do mimośrodkowego światła da nam możność sprawdzenia elementów małego trójkąta.

Fig. 35. Przykład wykazu kierunków zredukowanych.

mu zapisywania. Dla odróżnienia kierunków głównych możemy zatem umieszczać obok nazw tych kierunków gwiazdkę.

Bez względu na to, czy kierunki zostały zredukowane na punkt właściwy, czy też nie, elementy mimośrodkowe należy zanotować

w takiej formie, aby w żadnym wypadku nie spowodować mylnej interpretacji. Sposób zapisywania, wskazany na fig. 35, winien być używany zawsze wtedy, kiedy światło jest mimośrodkowe, a instrument ustawiony centrycznie. W notatkach zawsze należy umieścić odpowiedni szkic.

Gdzie tylko można, należy zawsze instrument ustawiać centrycznie, chociażby światło wypadło wtedy mimośrodkowo. Ustawienie mimośrodkowe instrumentu, czego zresztą prostym sposobem można uniknąć, niepotrzebnie zwiększa obliczenia. Poprawkę na redukcję mimośrodkową światła można łatwym sposobem otrzymać z nomogramu, przedstawionego na fig. 36, lub z tablic, obliczonych dla rozmaitych długości boków i dla rozmaitych elementów mimośrodkowych.

Przy stanowisku mimośrodkowym, należy wszystkie kierunki obserwowane na tem stanowisku, dla celów obliczeń połowych zredukować na punkt właściwy i do nazwy stanowiska dodać słowo „mimośrodkowy”, np. Rundtop mimośrodkowy. W tym wypadku mimośród i kierunek mimośrodu muszą być zapisywane w sposób, wskazany na fig. 35, trzeba jednak uważać, aby punkty na szkicu, oznaczające właściwe stanowisko i stanowisko mimośrodkowe, były wyraźnie zaznaczone.

Jeżeli na pewnej stacji stanowisko jest mimośrodkowe i jednocześnie światło, ustawione na tej samej stacji, posiada inny mimośród, pomiar i zapis elementów mimośrodkowych światła może być wykonany w jeden z dwóch poniżej podanych sposobów.

Gdy mimośród światła nie przekracza 10 cm, umieszczamy jedną krawędź jakiegokolwiek prostej linijki na linii pionowej, przechodzącej przez centrum stanowiska i celując krawędzią linijki kolejno na wszystkie punkty, z których ma być obserwowane mimośrodkowe światło, mierzymy prostopadłą odległość od mimośrodkowego światła do prawdziwego kierunku i zapisujemy, w następującej np. formie: „Światło na punkcie Granite, wysyłane na punkt Union, 0.011 m na zachód od kierunku na Union”. Przy tym sposobie zapisywania unikniemy dwuznaczności.

Gdy mamy mimośrodkowe stanowisko, a światło wysyłamy z punktu o innym mimośrodku, przekraczającym 10 cm, lepiej będzie pomierzyć odległość pomiędzy mimośrodkowym światłem i mimośrodkowym stanowiskiem teodolitu, oraz kąty z tego stanowiska pomiędzy kierunkiem na mimośrodkowe światło i na odpowiedni punkt sieci głównej. Mimośród i kierunek mimośrodkowy światła mogą być wtedy wyznaczone przez rozwiązanie małego trójkąta, wskazanego na fig. 35.

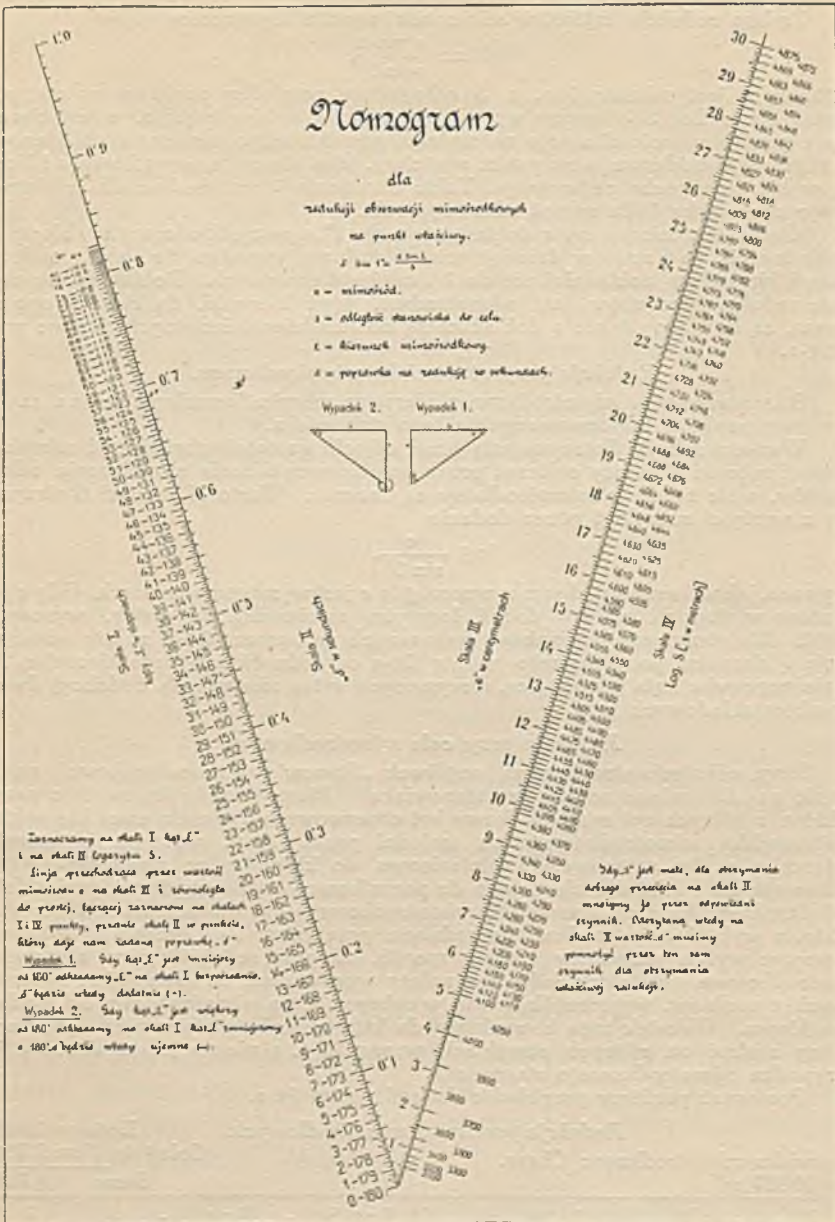


Fig. 36. Nomogram dla redukcji obserwacji mimośrodowych na punkt właściwy.

Należy położyć specjalny nacisk na właściwe zapisywanie elementów mimośrodowych stanowiska i celu ze względu na to, że stanowi to najczęstsze źródło błędów i niejasności w notatkach połowych.

PRZEPISY.

Żądana redukcja kątów, w sekundach, wyraża się wzorem:

$$\delta = \frac{e \sin \varepsilon}{s \sin 1''}$$

w którym e jest mimośrodem, a S odległością pomiędzy punktami w metrach, wskutek czego $\log S$ bierzemy wprost z obliczenia boków trójkąta. ε jest kierunkiem z punktu mimośrodkowego na sąsiedni punkt sieci, odniesionym do kierunku z punktu mimośrodkowego na punkt właściwy, jako kierunku początkowego i liczonym w kierunku ruchu zegarowego. Takie określenie ε jest słuszne dla mimośrodkowego stanowiska i dla mimośrodkowego celu.

Kierunek ε mierzy się z dokładnością do 1", a wszystkie logarytmy bierze się z dokładnością do 5 znaków dziesiętnych. W żadnym wypadku nie należy obliczać redukcji kierunków dokładniej, niż do 2 znaków dziesiętnych. Dokładniejsze obliczenie redukcji kierunków jest niepotrzebne, gdyż kierunki, do których one się odnoszą, są obliczone także z dokładnością do 2 znaków dziesiętnych, jak we wzorze 24-a.

Redukcja przy stanowisku mimośrodkowym.

Przy stanowisku mimośrodkowym pierwsza rubryka formularza winna zawierać nazwy punktów, obserwowanych z tego stanowiska.

Wartości rubryki 5 otrzymujemy przez odjęcie wartości rubryki 4 od rubryki 3. Wartości rubryki 4 należy obliczać przez kolejne przybliżenia z obliczenia boków trójkątów, o ile redukcje mimośrodkowe są znaczne. Wartości rubryki 6 otrzymujemy z wartości rubryki 5 przez dodanie

$$\log \frac{e}{\sin 1''}$$

otrzymane, jak wskazano nad ramką wzoru, gdy e jest wyrażone w metrach. Gdy e jest wyrażone w stopach, należy dodać logarytm zamiennika na metry, wynoszący 9.48402. Dla otrzymania kierunków, wskazanych we wzorze 24-a, należy odjąć redukcję δ kierunku początkowego wzoru 24-a od redukcjiżądanego kierunku. Podobnie poprawka kąta jest różnicą, otrzymanych w ten sam sposób, redukcji dwóch kierunków składowych kąta.

Redukcja przy celu mimośrodkowym.

Przy celu mimośrodkowym nagłówek „Stanowisko mimośrodkowe” należy zmienić na „Cel mimośrodkowy ze stanowiska”. Pierwsza rubryka zawiera nazwy punktów, z których cel mimośrodkowy był obserwowany i ε jest zawsze kierunkiem ze stanowiska mimośrodkowego na sąsiedni punkt sieci, wziętym jak zwykle w kierunku ruchu zegarowego i odniesionym do kierunku ze stanowiska mimośrodkowego na punkt właściwy, jako do początkowego. (Nie czynimy żadnej różnicy pomiędzy kierunkiem ze stanowiska mimośrodkowego, a kierunkiem z właściwego punktu, z wyjątkiem wypadku, gdy redukcja przekracza 1'). Pozostałe obliczenia we wzorze wykonywujemy w ten sam sposób, jak przy redukcji przy stanowisku mimośrodkowym. Redukcję jednakże należy wprowadzać do kierunków, obserwowanych z punktów, wyszczególnionych w rubryce 1, na mimośrodkowy cel, podany w nagłówku. Wskutek tego kierunków, do których należy stosować te poprawki, musimy szukać na różnych stronicach wzoru 24-a, a nie na jednej stronicy, jak w wypadku mimośrodkowego stanowiska.

Porównać poniższy przykład z danymi wzoru 24-a.

Redukcja pomiarów mimośrodkowych.

Stanowisko mimośrodkowe: Chase.

$e = 10.987$ m

$\log e = 1.04088$

$\text{Colog } \sin 1'' = 5.31443$

Suma 6.35531

Punkty	ε 0	$\log \sin \varepsilon$	$\log S$ (S w mtr.)	$\log \frac{\sin \varepsilon}{S}$	$\log \delta$	δ ..
Centrum	0 00	—	—	—	—	—
Bossing	179 18	8.08696	4.49198	9.59498	9.95029	+ 0.89
Central	224 27	9.84528	4.40254	5.44274	1.79805	— 62.81
Little River	242 47	9.94904	4.51928	5.42976	1.78507	— 60.96
Lyons, kopalnia soli	249 02	9.97025	4.30616	5.66409	2.01940	—104.57

Fig. 37. Przykład redukcji obserwacji mimośrodkowych.

REDUKCJA POMIARÓW MIMOŚRODKOWYCH NA PUNKT WŁAŚCIWY.

Gdy nastawiamy lunetę na cel, który nie leży na linii pionowej, przechodzącej przez punkt, do którego pomiar się odnosi, cel taki nazywamy celem mimośrodkowym, a obliczenia niezbędne do poprawienia kąta w ten sposób, aby odpowiadał prawdziwemu celowi, nazywamy redukcją pomiarów mimośrodkowych na punkt właściwy. Taką samą czynność wykonujemy przy pomiarach na stanowisku mimośrodkowym.

Obliczenie redukcji na punkt właściwy najłatwiej wykonać na formularzu, wzór 382. Przepisy, podane w tym formularzu, zawierającym przykłady liczbowe redukcji, są przytoczone na str. 100 i dają szczegółowe wyjaśnienia, dotyczące wykonywania obliczeń.

OBLICZENIE BOKÓW TRÓJKĄTÓW.

Zwykły sposób tego obliczenia pokazuje fig. 39. Szkic czworoboku, fig. 38, wskazuje wzajemne położenie punktów, przyczem za bok wyjściowy przyjęto Cosmos-Camp.

Każdy trójkąt musi być wprowadzony do tego obliczenia. Kąty zaobserwowane zostały wzięte z wykazu kierunków, sporządzonego zawczasu, a zamknięcia trójkątów zostały wyprowadzone bez wzięcia pod uwagę nadmiaru sferycznego. Jako kontrolę prawidłowego wypisania kątów można uważać sumę zamknięć dwóch trójkątów, utworzonych przez jedną przekątną, która ma się równać sumie zamknięć dwóch trójkątów, utworzonych przez drugą przekątną, a więc:

$$- 0''.08 + 1''.69 = + 0''.52 + 1''.09$$

Z chwilą skontrolowania tym sposobem kątów zaobserwowanych, zostają one użyte do obliczenia tymczasowych długości dla wyliczenia nadmiaru sferycznego. Dla tego obliczenia wystarczy w każdym wypadku 5 znaków dziesiętnych, a zazwyczaj nawet 4 wystarczy dla osiągnięcia wymaganej dokładności.

Nadmiar sferyczny oblicza się zapomocą wzoru: $e = a b \sin C \times m$, gdzie e oznacza nadmiar sferyczny, a , b , C stanowią dwa boki i kąt zawarty między niemi, dla każdego odpowiedniego trójkąta, m — współczynnik, zależny od szerokości geograficznej trójkąta i wymiarów sferoidy. Wartości $\text{Log } m$ dla różnych szerokości podane są na stronie 16 „Special Publication Nr. 8”. (Wzory i tablice dla obliczenia spólrzędnych geodezyjnych). Średnia szerokość czworoboku w przykładzie obliczenia wynosi $57^{\circ} 00''$.

Obliczenie nadmiaru sferycznego trójkąta 1.

log odległości Cosmos — Camp	= 8.92493
log „ Cosmos — Creek	= 4.11975
log Sin 66° 08' 32".02	= 9.96121 — 10
log m (57° 00')	= 1.40280 — 10
log e	= 9.40869 — 10
e	= 0.26.

Obliczenie to przy małych figurach może być wykonywane wprost na formularzach do obliczania trójkątów. Nadmiar sferyczny kontrolujemy w ten sam sposób, co i wyżej podane wypisywanie zaobserwowanych kątów, a więc:

$$0.26 + 0.13 = + 0.14 + 0.25.$$

Nadmiar sferyczny rozkłada się na trzy kąty trójkąta, jak podano we wzorze, t. j. po jednej trzeciej na każdy kąt.

Błędy zamknięcia trójkąta otrzymuje się następnie, uwzględniając nadmiar sferyczny, a kontrolę przeprowadza się przy pomocy równania, jak w przykładzie:

$$+ 0.18 + 1.82 = + 0.66 + 1.34.$$

Teraz ten błąd zamknięcia rozkłada się na trzy kąty trójkąta — po jednej trzeciej na każdy kąt i otrzymuje się kąty sferyczne.

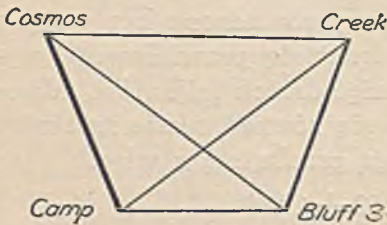


Fig. 38. Czworobok.

Odpowiednie kąty płaskie trójkąta otrzymuje się przez odjęcie jednej trzeciej nadmiaru sferycznego od każdego kąta sferycznego. Kątów płaskich używa się jedynie do obliczenia boków trójkąta.

Obliczanie boków trójkątów odbywa się przy pomocy znanego twierdzenia sinusowego. W trójkącie 1-ym, w przykładzie obliczenia, 3.9249253 stanowi logarytm odległości w metrach z Camp do Cosmos.

Odległość ta jest znana z poprzednich obliczeń; 0.2086029 stanowi Cossec 38° 12' 45".50; 9.9862246 oraz 9.9612085 stanowią odpowiednio logarytmy sinusów 75° 38' 42".51 i 66° 08' 31".99. Suma pierwszego, drugiego i trzeciego z tych logarytmów daje 4.1196528, co stanowi logarytm odległości Creek — Cosmos, podczas gdy suma pierwszego, drugiego i czwartego, t. j. 4.0947367 daje logarytm odległości Creek — Camp. Inne trójkąty czworoboku oblicza się w podobny sposób, a kontrolę przybliżoną otrzymuje się przez porównanie dwóch wartości logarytmów, otrzymanych dla każdego z trzech boków: Bluff 3 — Camp, Bluff 3 — Creek i Bluff 3 — Cosmos.

MINISTERSTWO HANDLU
Sł. Pom. Brz. i Geod.
Wzór 25.

OBLICZENIE TRÓJKĄTÓW

		Stan <i>Alaska</i>						
Nr.	Punkty	Kąty pomierzone	Poprawka	Kąty sfer.	Nadm. sfer.	Kąty płas- kie i odległ.	Logarytmy	
	2-3 <i>Camp — Cosmos</i>					8412.5	3.924 9253	
	1 <i>Creek</i>	38 12 45.52	+ 0.06	45.58	.08	45.50	0.208 6029	
1	2 <i>Camp</i>	75 38 42.54	+ 0.06	42.60	.09	42.51	9.986 2246	
	3 <i>Cosmos</i>	66 08 32.02	+ 0.06	32.08	.09	31.99	9.961 2085	
	1-3 <i>Creek — Cosmos</i>		+ 0.18		0.26	13 175.1	4.119 7528	
	1-2 <i>Creek — Camp</i>	00.08				12 437.6	4.094 7367	
	2-3 <i>Camp — Cosmos</i>					8 412.2	3.924 9253	
	1 <i>Bluff 3</i>	37 05 34.67	+ 0.22	34.89	.05	34.84	0.219 6030	
2	2 <i>Camp</i>	111 44 19.24	+ 0.22	19.46	.05	19.41	9.967 9608	
	3 <i>Cosmos</i>	31 10 05.57	+ 0.22	05.79	.04	05.75	9.713 9549	
	1-3 <i>Bluff 3 — Cosmos</i>		+ 0.66		0.14	12 956.5	4.112 4891	
	1-2 <i>Bluff 3 — Camp</i>	59.48				7 219.1	3.858 4832	
	2-3 <i>Camp — Creek</i>					12 437.6	4.094 7367	
	1 <i>Bluff 3</i>	111 07 28.97	+ 0.61	29.58	.05	29.53	0.030 2128	
3	2 <i>Camp</i>	36 05 36.70	+ 0.61	37.31	.04	37.27	9.770 1944	
	3 <i>Creek</i>	32 46 52.64	+ 0.60	53.24	.04	53.20	9.733 5471	
	1-3 <i>Bluff 3 — Creek</i>		+ 1.82		0.13	7 855.0	3.895 1439	
	1-2 <i>Bluff 3 — Camp</i>	58.31				7 2219.3	3.858 4966	
	2-3 <i>Cosmos — Creek</i>					13 175.1	4.119 7528	
	1 <i>Bluff 3</i>	74 01 54.30	+ 0.45	54.75	.09	54.66	0.017 0892	
4	2 <i>Cosmos</i>	34 58 26.45	+ 0.44	26.89	.08	26.81	9.758 3109	
	3 <i>Creek</i>	70 59 38.16	+ 0.45	38.61	.08	38.53	9.975 6545	
	1-3 <i>Bluff 3 — Creek</i>		+ 1.34		0.25	7 855.1	3.895 1529	
	1-2 <i>Bluff 3 — Cosmos</i>	58.91				12 956.8	4.112 4965	

Fig. 39. Przykład obliczenia trójkątów.

W przykładzie bok *Bluff 3 — Creek* został użyty dla nawiązania z innymi czworobokami. Należy używać długości, otrzymanych z najlepszego łańcucha trójkątów figury, a nie średniej z dwóch lub więcej wartości, osiągniętych przez zastosowanie różnych kombinacji trójkątów. Najlepszym łańcuchem jest łańcuch z najmniejszą ΣR , a niekoniecznie łańcuch z najmniejszymi zamknięciami trójkątów.

W trójkącie 1-ym fig. 39 obliczyliśmy długości boków *Creek — Camp* oraz *Creek — Cosmos*. Każdy z tych boków może być użyty w trójkącie 3 dla otrzymania długości *Bluff 3 — Creek*, jednak wybrany został bok *Camp — Creek*, ponieważ daje on najdokładniejsze wyznaczenie boku, który będzie służyć za podstawę do obliczenia dalszych figur łańcucha. Podobnie, przejście z boku *Camp — Cosmos*

na bok Bluff 3 — Cosmos, stąd zaś na bok Bluff 3 — Creek, jest o wiele dokładniejsze, aniżeli przejście z boku Bluff 3 — Camp, ze względu na R z poszczególnych trójkątów.

Srodki ostrożności. Stale należy zwracać uwagę na błędy zamknięcia trójkątów. Są one sprawdzianem, według którego obserwator musi sądzić dokładność swojej pracy i stanowiącym probierz, który może być zastosowany w polu najłatwiej i najszybciej.

Trzeba zresztą przypomnieć, że jest to tylko jeden ze sprawdzianów, które stosuje się w czasie robót polowych. Długości różnych boków sieci, obliczane z różnych łańcuchów trójkątów, muszą być sprawdzane z dokładnością, odpowiadającą stopniowi dokładności zamknięć trójkątów. Jeżeli kąty trójkątów zostały poprawione przez dodanie jednej trzeciej błędu zamknięcia, po obliczeniu boków logarytmy długości boku, obliczone z różnych łańcuchów, mogą się różnić najwyżej o podwójną różnicę tabliczną dla 1 sekundy¹⁾ najmniejszego kąta, wchodzącego do obliczenia logarytmu tego boku.

Wreszcie musi być utrzymana dostateczna zgodność między azymutem, obliczonym z sieci, a azymutem zaobserwowanym i poprawionym na każdym punkcie Laplace'a, jak również między długością podstawy, obliczoną z łańcucha od poprzedniej podstawy i jej pomierzoną długością. Jeżeli obserwator będzie pamiętał o tych dodatkowych sprawdzianach, które muszą być zastosowane w jego pracy, nie będzie się starał naciągać kąta, ażeby uzyskać lepsze zamknięcia trójkątów.

OB LICZENIE SPÓŁRZĘDNYCH.

W Special Publication Nr. 8 „Wzory i tablice dla obliczania spółrzędnych”, można znaleźć wszystkie dane, potrzebne dla obliczeń spółrzędnych punktów, oraz dla obliczenia odległości i azymutu pomiędzy dwoma punktami, jeżeli ich spółrzędne są znane. Wobec tego, że obliczenia te nie mogą być wykonane odpowiednio bez użycia spółczynników, podanych w Special Publication Nr. 8, wzory obliczeń nie są tutaj podane.

WYKAZ SPÓŁRZĘDNYCH GEOGRAFICZNYCH.

Wykaz ten, rzadko używany w polu przy triangulacji I rzędu, jest nieco większy, niż tablica danych arkusza obliczeń spółrzędnych, przedstawiona na fig. 40. Równoważnik w metrach ostatnich sekund

¹⁾ Logarytmu sinusa (prz. tł.).

szerokości i długości przy triangulacji III rzędu oblicza się z tablic, podanych w Special Publication Nr. 5 „Tablice dla rzutu wielostokowego” i ułożonych w sposób wygodny do nanoszenia punktów na siatkę. Rubryki tej nie trzeba wypełniać dla punktów triangulacji pierwszego i drugiego rzędu.

Dla zaoszczędzenia czasu i miejsca każdy bok triangulacji powinien być zapisany tylko jeden raz. Tak np. azymut i długość boku San Juan — Handy znajduje się tylko pod San Juan.

DZIENNIK POMIARU PODWÓJNYCH ODLEGŁOŚCI ZENITALNYCH.

Na fig. 41 jest podany sposób zapisu w dzienniku i przykład obliczenia odległości zenitalnych z pomiarów kołem wierzchołkowym. Do obliczania odległości zenitalnych niepodobna wprowadzać ogólnych zasad ze względu na różnorodność konstrukcji koła wierzchołkowego. Z pomiędzy kół, podzielonych od 0° do 360°, jedne są powtarzające, inne stałe, jedne mają podział zgodny z ruchem zegarowym, inne przeciwnie, poziomnica może zaś być umieszczona na nonjuszach, lub na ramionach lunety.

Podwójna odległość zenitalna przy podziale koła od 0° do 360°, zgodnym z ruchem zegarowym, równa się odczytowi przy kole prawem minus odczyt przy kole lewym. Przy przeciwnym kierunku podziału, odejmowanie wykonujemy odwrotnie. Jeżeli na kole odczytuje się wysokości lub odległości zenitalne wprost, obliczenie polega jedynie na tworzeniu średnich.

Przy poziomnicy, przymocowanej do nonjuszów, zwykle przed odczytaniem koła sprowadzamy bańkę poziomnicy na środek i nie wprowadzamy poprawki poziomnicy. Przy odczytywaniu bańki poziomnicy poprawkę obliczamy na podstawie poniższych wzorów:

Przy podziale poziomnicy, wzrastającym od środka ku obu końcom:

$$C = \frac{1}{4} [(E + E_1) - (O + O_1)] d.$$

Przy podziale, wzrastającym od jednego końca do drugiego:

$$C = \frac{1}{4} [(E_1 - E) - (O - O_1)] d,$$

gdzie E jest odczytem końca bańki, skierowanego do okularu, O — odczytem końca bańki od obiektywu, o ile kierunek podziału wzrasta od okularu ku obiektywowi, a d jest wartością jednej podziałki poziomnicy w sekundach.

MINISTERSTWO HANDLU

Sł. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 28 B.

Obliczenia Polowe

SPÓLRZĘDNE GEOGRAFICZNE

Łącznie z Nr. obliczenia

Miejscowość: <i>Rio Grande River</i>		Układ: <i>North American</i>				Stan: <i>Texas</i>		
Punkt	Szerokość i długość	Azymut	Azymut odwrotny		Na punkt	Odległość		
			o	'		"	o	'
<i>Handy, 1917</i>	26 05 36.89	215 16 06.1	35 17 30.2	<i>Donna</i>	3.962926	9181.8	30124	
	<i>d. m.</i> 98 05 56.31	278 12 03.5	98 16 06.0	<i>Rio</i>	4.189998	15488.1	50814	
<i>San Juan, 1917</i>	26 11 18.32	295 07 34.0	115 09 15.9	<i>Donna</i>	3.850585	7089.0	23258	
	<i>d. m.</i> 98 06 36.51	353 55 49.4	173 56 07.2	<i>Handy</i>	4.023922	10566.3	34666	
<i>Mc Allen, 1917</i>	26 14 01.95	291 10 58.2	111 14 24.7	<i>San Juan</i>	4.143554	13917.3	45660	
	<i>d. m.</i> 98 14 23.87	317 45 45.4	137 49 29.2	<i>Handy</i>	4.321861	20982.7	68841	
<i>Hickley, 1917</i>	26 08 48.05	197 43 13.2	17 44 02.3	<i>Mc Allen</i>	4.006096	10141.4	33272	
	<i>d. m.</i> 98 16 15.08	288 51 10.0	108 55 42.4	<i>Handy</i>	4.259351	18169.8	59612	

Fig. 40. Przykład wykazu obliczeń polowych współrzędnych geograficznych.

Wartość podziałki poziomnicy należy notować na początku każdej stronicy dziennika pomiaru. Jeżeli wartość podziałki nie jest znana, należy ją wyznaczyć sposobem, opisanym na str. 87.

Pomiar podwójnych odległości zenitalnych, przytoczony na fig. 41, wykonywany był na gwiazdę, jednakże i pomiary punktów triangulacyjnych zapisujemy tak samo, jedynie nie notujemy czasu, wskazanego w rubryce Uwagi, oraz temperatury i ciśnienia. Przy obserwacji jednakże punktów triangulacyjnych należy wyszczególnić przedmiot (teren, stanowisko instrumentu, stanowisko heljotropu), na który nastawiano, a to dla odpowiedniego zredukowania obserwacji. W rubryce Uwagi, na pierwszej stronicy obserwacji z jednego stanowiska, należy wpisać wysokość stanowiska instrumentu, lunety koła pionowego, stanowiska heljotropu, lub lampy sygnałowej nad znakiem stacyjnym (patrz str. 75).

W przykładzie fig. 41 nad niektórymi odczytami nonjuszów są umieszczone kreski poziome. Taka kreska wskazuje, że zapisane pod nią sekundy, odnoszą się do ilości minut nonjusza A, zmniejszonej o jedność. Np. w pierwszym pomiarze odległości zenitalnej Aldebarana, odczyty nonjuszów A, B, C i D przy kole lewym (L) będą: 8' 00", 6' 50", 7' 30" i 7' 40".

MINISTERSTWO HANDLU

St. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 252

PODWÓJNE

ODLEGŁOŚCI ZENITALNE

Punkt: <i>Joaquin</i>		Stan: <i>Calif.</i>		Instrument: <i>Koło wierzchołkowe Nr. 75</i>														
Obserwator: <i>John Doe</i>		Powiat: <i>Los Angelos</i>		Data: <i>30.12.1922</i>														
Przedmiot obserwow.	Czas	Poziomnica		Koło	Odczyty koła	Nonjusze					Odległość zenitalna	Uwagi						
		O.	E.			A.	B.	C.	D.	Średnia		Temp.	Bar.	Jasno, cicho				
											0	.	.	6°.9C	29".30	h	m	s
<i>Gwiazda zachodnia</i>	1:30	10.2	05.7	<i>P</i>	141 15	40	45	60	30	43.8						12	39	03.0
<i>Aldebaran</i>		09.8	06.0	<i>L</i>	243 08	00	50	30	40	30.0	50	55	53.1			12	40	06.5
		20.0	11.7															
		-8.3																
(Wartość jednej podziałki bańki poziomnicy=1.596)		09.7	06.3	<i>P</i>												12	44	10.5
		06.3	09.8	<i>L</i>	347 04	55	30	40	95	40.0	51	58	35.0			12	45	12.4
		16.0	16.1													0.0		(12 44 41.4)
		+ 0.1														35.0		
		08.0	08.0	<i>P</i>												12	48	26.0
		08.6	07.4	<i>L</i>	92 45	50	115	70	120	88.8	52	50	54.4			12	49	24.0
		16.6	15.4													-0.5		(12 48 55.0)
		-1.2														53.9		
		12.0	04.2	<i>P</i>														
		07.6	08.3	<i>L</i>	201 18	20	15	35	20	22.5	54	15	56.8			12	55	19.2
		19.6	12.5													-2.8		12 56 12.8
		-7.1														54.0		(12 55 46.0)
	1:55	07.8	08.3	<i>P</i>														
		07.8	08.3	<i>L</i>	311 24	10	25	50	20	41.2	55	02	39.4			12	59	01.0
		15.6	16.6													+0.4		1 00 04.4
		+ 1.0														39.8		(12 59 22.7)

Fig 41. Przykład dziennika obserwacji podwójnych odległości zenitalnych.

REDUKCJA ODLEGŁOŚCI ZENITALNYCH.

Przykład całkowitego wykonania takiej redukcji jest przedstawiony na fig. 42. Przeprowadzenie takiej redukcji nie przedstawia wielkich trudności. Rubryka 7, zatytułowana: Redukcja na linię, łączącą punkty, jest w rzeczywistości pionową redukcją mimośrodkową. Obliczamy ją z wzoru:

$$r = - \frac{t - o}{S \sin i''}$$

gdzie r jest redukcją w sekundach, $t - o$ jest różnicą dwóch poprzednich rubryk, a S — odległością w metrach pomiędzy stanowiskiem i celem. Redukcję tę należy wprowadzać tylko przy obserwacjach

obustronnych, o ile jednakże powoduje to wstrzymanie pracy, można ją opuścić. Wszystkie pozostałe rubryki winny być całkowicie wypełnione i skontrolowane w polu.

MINISTERSTWO HANDLU

Sł. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 29.

REDUKCJA ODLEGŁOŚCI ZENITALNYCH

Punkt <i>Stump</i>		Stan <i>Idaha</i>	Obserwator <i>John Doe</i>		Instrument: <i>Koło wierzchołkowe Nr. 46</i>			
Data	Godzi- na	Przedmiot obserwo- wany	Wys. ponad centr. celu = o	stanowiska = t	Różnica wysokości t - o	Redukcja na linję, łączącą punkty	Pomie- rzona od- ległość zenit.	Popra- wiona od- ległość zenitalna
			m	m	m	"	o . "	o . "
1922								
8/22	2:30	<i>Ball</i> <i>(heljotrop)</i>	1.055	1.370	+ 0.315	- 0.7	90 39 37.5 90 39 37.3 90 39 34.2 90 39 32.7 90 39 33.3 90 39 35.5 90 39 35.9 90 39 38.3	90 39 34.9
	3:05						35.6	
8/22	3:22	<i>Divide</i> <i>(teren)</i>	0	1.370	+ 1.370	- 70.3	93 42 30.4 93 42 30.7 93 42 27.7	93 41 19.3
	3:28						29.6	
8/22	3:30	<i>Knoll</i> <i>(teren)</i>	0	1.370	+ 1.370	- 12.7	92 49 25.8 92 49 23.6 92 49 27.4	92 49 12.9
	3:35						25.6	
8/22	3:7	<i>Dom J. W.</i> <i>Holmer'a,</i> <i>krzyż chorąg- giewki na</i> <i>dachu</i>	0	1.370			90 30 43	
8/22	3:40	<i>Szkoła,</i> <i>szczył</i> <i>dzwonnicy</i>	0	1.370			89 59 39	

Fig. 42. Przykład redukcji odległości zenitalnych.

OPISY PUNKTÓW.

Na str. 20 zostały podane szczegółowe wskazówki utrwalania punktów. Bardzo jest pożądane, aby znak stacyjny był trwały. Równie wielkie znaczenie dla odszukiwania punktów w przyszłości, ma opis punktu, który winien być jasny, zwięzły i zupełny. Pierwsza część opisu winna umożliwić poszukującemu znalezienie się w bez-

pośrodkiem sąsiedztwie punktu, podczas gdy druga część, opis szczegółowy, z pomierzonymi kierunkami do znaków odniesienia i opisami znaków stacyjnych punktów odniesienia, winna dać poszukującemu ściśle wskazówki o położeniu punktu i zapewnić wrazie odnalezienia jego identyfikację.

Oryginały opisów winny być umieszczone w dzienniku pomiarów kierunków poziomych lub w oddzielnym notatniku, przeznaczonym wyłącznie na ten cel. Notatki te winny być wpisane do specjalnego formularza, wzór 525, o ile możliwości piśmem maszynowym, zaraz na punkcie lub jaknajwcześniej po opuszczeniu go, dopóki topografia okolicy punktu jest jeszcze świeżo w pamięci. Do biura przesyła się tylko jeden egzemplarz, lecz dobrze jest zrobić przez kalkę odpis, zatrzymując go do końca robót polowych u siebie, gdyż po przywiezieniu do biura może być wykorzystany przez partję polową. Formularz po całkowitem wypełnieniu należy przeczytać starannie jeszcze raz, aby skontrolować, czy nie odwróciliśmy kierunków i czy pewne części opisu nie są wątpliwe, niejasne lub błędne.

Wzór opisu punktu triangulacyjnego, podany na fig. 43, ilustruje kolejność ścięśniania granic położenia punktu, mianowicie, rozpoczynając od nazwy stanu i okręgu, opis zawiera odległość i kierunek od punktu do najbliższego miasta, położenie punktu na arkuszu sekcyjnym i wreszcie odległości od znaków odniesienia i bliskich szczegółów topograficznych. Inżynier, wykonywujący opis, winien mieć w myśli przewodnie pytanie: Jakie dane musi posiadać inżynier, mający odszukać ten punkt za 25 lat? W szczególności należy zrobić domiary do linii sekcyjnych, osi dróg, ścian i t. d. Położenie znaków odniesienia winno być wyznaczone przez podanie odległości i kierunków do takich samych stałych przedmiotów.

Uwagi 1a, 7a i t. d. we wzorze odnoszą się do specjalnych rodzajów znaków, jak opisano poniżej. Użycie takich oznaczeń zmniejsza czas, wymagany na opis punktu, a także znacznie zmniejsza koszt druku zestawienia opisów punktów triangulacyjnych. W uwagach tych znaki są opisane jedynie ogólnymi określeniami, każda więc znaczniejsza rozbieżność w cechach typowych powinna być w opisie punktu wyszczególniona.

Jeżeli na punkcie trzeba budować wieżę triangulacyjną, należy w opisie ustalić jej wysokość. Wobec częstych wypadków, że wysoka wieża na punkcie jest wymagana dla uzyskania celowych jedynie na jeden, lub dwa sąsiednie punkty, a pozostałe celowe są ziemne, w opisie należy podać wysokości, z których możemy uzyskać celowe na każdy poszczególny punkt. Dane te mają wielkie znaczenie dla zadecydowania, od których punktów należy rozpocząć pracę.

MINISTERSTWO HANDLU

St. Pom. Brz. i Geod.

Wzór 525.

OPIS PUNKTU TRIANGULACYJNEGO

Nazwa punktu: *Gould*Stan: *Oklahoma*Powiat: *Harmon*Kierownik partji: *E. O. Heaton*Rok: *1923*Miejscowość: *Gould*Znak nadziemny, Uwaga¹⁾ 1aZnak podziemny, Uwaga¹⁾ 7aZnak odniesienia № 1, Uwaga¹⁾ 12aZnak odniesienia № 2, Uwaga¹⁾ 11aŚwiadek, Uwaga¹⁾Świadek, Uwaga¹⁾

Wysokość sygn. nad znakiem stac. m

„ stanow. „ „ m

Odległości i kierunki do znsków odniesienia i widocznych przedmiotów			
Przedmiot	Odległość	Kierunek	Azymut
	metry	0 ' "	0 ' "
Eldorado		0 00 00	
Znakodnies. № 1	35.15	36 48 31	
„ „ № 2	67.12	151 14 01	

Szczegółowy opis:

Około $\frac{1}{2}$ mili na północny wschód od miasta Gould, na *NE* $\frac{1}{4}$ sekc. 6, T. 2 N., R. 24 W.,²⁾ około $\frac{1}{2}$ mili na wschód od domu J. E. Willingham'a, który jest pierwszym domem na północ od toru kolejowego i około 100 m na wschód od drogi publicznej. Punkt leży na najwyższym punkcie skrajnego południowego końca grzbietu, o stromym urwisku ze strony południowej i wschodniej i o 54 m na wschód od linii granicznej, biegnącej w kierunku południe — północ, od tego punktu, gdzie linja ta załamuje się w kierunku południowo-zachodnim.

Znak odniesienia № 1 leży na południe od punktu, a № 2 leży na linii granicznej na północny-zachód od punktu.

Opisał: *E. O. Heaton.*Utrwalił: *J. S. Bilby.*

UWAGA: Kierunek początkowy winien być na punkt I rzędu.

Fig 43. Przykład opisu punktu triangulacyjnego.

ZNAKI NADZIEMNE.

UWAGA 1. Przepisowy, metalowy znak stacyjny, założony na górnej powierzchni:

- kwadratowego bloku lub słupa betonowego,
- betonowego cylindra,
- nieprawidłowej masy betonu.

UWAGA 2. Przepisowy metalowy znak stacyjny założony w otworze, wywierconym w odkrywcę skalnej:

- otoczony wyciętym w skale trójkątem,
- „ „ „ „ kołem,
- z wyciętym w skale krzyżem.

UWAGA 3. Przepisowy metalowy znak stacyjny, założony w betonie w zagłębieniu odkrywki skalnej.

UWAGA 4. Przepisowy znak stacyjny, umocowany w otworze, wywierconym w gładzie.

UWAGA 5. Przepisowy znak stacyjny, założony w betonie w zagłębieniu gładzi.

¹⁾ Patrz poniżej.²⁾ Jest to system, przyjęty w St. Zj. A. P. dla oznaczania sekcji w układach lokalnych (Przyp. tłum.).

- UWAGA 6. Przepisowy znak stacyjny, założony w betonie w środku górnej powierzchni rury kanalizacyjnej:
- umieszczonej w ziemi,
 - otoczonej masą betonową,
 - przymocowanej zapomocą betonu do głowicy długiego drewnianego pala, wbitego w bagno.
 - umieszczonej w bloku betonowym i wystającej 30 do 50 cm ponad blok.

ZNAKI PODZIEMNE.

- UWAGA 7. Blok betonu na głębokości 90 cm, zawierający na środku górnej swej powierzchni;
- przepisowy metalowy znak stacyjny,
 - miedziany czop, nieco wystający ponad beton,
 - gwoździ żelazny z główką, nieco wystający ponad beton,
 - szklaną butelkę z szyjką, " " " "
 - cegłę.
- UWAGA 8. W warstwie skalnej:
- przepisowy metalowy znak stacyjny, umieszczony w wywierconym otworze,
 - przepisowy metalowy znak stacyjny, umieszczony w betonie w zagłębieniu,
 - gwoździ żelazny, zacementowany w wywierconym otworze lub zagłębieniu
- UWAGA 9. W glazie na głębokości 90 cm:
- przepisowy metalowy znak stacyjny, umocowany w wywierconym otworze,
 - przepisowy metalowy znak stacyjny, umieszczony w betonie w zagłębieniu,
 - czop miedziany, zacementowany w wywierconym otworze lub zagłębieniu,
 - gwoździ żelazny, zacementowany w wywierconym otworze lub zagłębieniu,
- UWAGA 10. Założona w ziemi na głębokości 90 cm:
- butelka w położeniu pionowym,
 - cegła w położeniu pionowym,
 - cegła w położeniu poziomym z wywierconym na górnej płaszczyźnie otworem.

ZNAKI ODNIESIENIA.

- UWAGA 11. Przepisowy metalowy znak odniesienia ze strzałką, skierowaną w kierunku punktu triangulacyjnego, umieszczony na środku górnej powierzchni:
- kwadratowego bloku betonowego lub słupa,
 - betonowego cylindra,
 - nieprawidłowej masy betonowej.
- UWAGA 12. Przepisowy znak odniesienia, jak wyżej:
- umocowany w wywierconym otworze odkrywki skalnej,
 - umieszczony w betonie w zagłębieniu odkrywki skalnej,
 - umocowany w nawierconym otworze glazu,
 - umieszczony w betonie w zagłębieniu glazu.
- UWAGA 13. Przepisowy znak odniesienia, jak wyżej, umieszczony w betonie w środku górnej powierzchni rury kanalizacyjnej:
- założonej w ziemi,
 - otoczonej masą betonową,
 - przymocowanej zapomocą betonu do głowicy długiego drewnianego pala, zabitego w bagno,
 - założonej w bloku betonowym i wystającej ponad jego powierzchnię 30 — 50 cm.

ZNAKI ZABEZPIECZENIA (ŚWIADKI).

UWAGA 14. Stożkowy kopiec z ziemi, otoczony dokoła rowem.

UWAGA 15. Drzewo zaznaczone:

- trójkątnym nacięciem z gwoździami, wbitemi w środku i na wierzchołkach trójkąta,
- kwadratowym nacięciem z gwoździami w środku i na każdym rogu,
- nacięciem z przybitym w środku przepisowym znakiem odniesienia.

OPISY POSZUKIWANIA PUNKTÓW TRIANGULACYJNYCH.

Opis poszukiwania i ewentualnie odnalezienia punktów triangulacyjnych, utrwalonych w poprzednich latach wykonuje się na wzorze 526, uwidocznionym na fig. 44. Opis taki po wypełnieniu należy przesłać do biura. W opisie tym należy podać: stwierdzone niedokładności pierwotnego opisu, zmiany w charakterze znaków, lub w szczegółach topograficznych okolicy punktu, oraz wskazówki, mogące ułatwić odszukanie punktu w przyszłości. W razie nieodnalezienia punktu, opis powinien zawierać szczegółowy przebieg poszukiwania, aby biuro mogło zdecydować, czy dany punkt winien być odnotowany w wykazach, jako „zagubiony”. Gdy zagubienie punktu nie podlega wątpliwości, należy umieścić w opisie polowym zdecydowaną uwagę, że punkt ten musi być w wykazach w ten sposób oznaczony.

SPRAWOZDANIE Z PRAC POLOWYCH.

Chociaż sprawozdanie nie należy właściwie do notatek polowych, jednak stanowi tak konieczne ich uzupełnienie, że poniżej podajemy jego ogólną formę i charakterystykę.

Rozpatrując łącznie sprawy administracyjne i techniczne, sprawozdanie to winno zawierać mniejwięcej następujące punkty, rozwinięte szczegółowo:

1. Cel i rozmiar pracy, według wyciągów z instrukcji i zwięzłego wykazu.
2. Miejscowe warunki, z opisem tych warunków topograficznych i klimatycznych oraz transportowych, które wywierały wpływ na postęp pracy partji.
3. Organizacja partji — personel, wyposażenie, transport, pododdziały i t. d.
4. Chronologiczny przebieg pracy.
5. Przegląd wyników ze szkicem i wykazami prac polowych.
6. Zestawienie wydatków.
7. Zalecenia i specjalne uwagi.

Raport winien być napisany jasno, ułożony logicznie i zwięźle. Co do wielkości, może to być tak dobrze dwustronicowy raport, podający przebieg wykonania poszczególnych działów pracy, jak i nawet 15 — 20 stronicowy z fotografjami, przedstawiającemi rozmaite fazy czynności polowych, jeżeli czynności te były urozmaicone. Jednakże nawet krótki raport winien bezwzględnie zawierać punkty przytoczone powyżej, choćby tekst odnoszący się do któregoś z nich miał zawierać jeden tylko zwięzły ustęp lub zdanie.

Do każdego raportu sezonowego winny być dołączone wykazy prac polowych na przepisowych formularzach, a także szkice postępu pracy, na których winny być naniesione wszystkie punkty. Przegląd

MINISTERSTWO HANDLU
Sł. Pom. Brz. i Geod.
Wzór 526.

R

OPIS POSZUKIWANIA PUNKTU TRIANGULACYJNEGO

Nazwa punktu: *Laguna* Stan: *California* Okręg: *Ventura*
Utrwalony przez: *W. E. Greenwell* Rok *1899* Miejscowość: *Camarillo lub Hueneme*
Odszukany przez: *F. W. Hough* Rok *1923*

Szczegółowe uwagi o zgodności opisu oryginalnego: Punkt znajduje się na wierzchołku wysokiego szczytu, najbliższego do oceanu, pierwszego łańcucha na południe od Hueneme, który jako najbardziej wysunięty szczyt na zachód, łatwo jest wyróżnić. Do punktu prowadzi dwumilowa ścieżka od Upper Broome Ranch. Stacja została znaleziona zgodnie z opisem, bardzo dobrze zachowana. Wszystkie stare znaki odniesienia zostały odnalezione. Centrum zaznaczono ponownie przez założenie przepisowego metalowego znaku stacyjnego w otwór, wywiercony w słupie. Założono nowy przepisowy znak odniesienia, uwaga 12a.

Nowy znak odniesienia 34.16 m. Santa Clara 0° 00' 00"
179 58 30

UWAGA: Dla każdego odszukanego punktu należy wypełnić jeden z powyższych wzorów.

Fig. 44. Przykład opisu odszukanego punktu triangulacyjnego.

wyników powinien zawierać jedynie wykazy zamknięć trójkątów, niewiązki długości i t. d., wzięte z obliczeń polowych, w razie zaś potrzeby może być rozszerzony przez włączenie rezultatów specjalnych badań.

Zestawienie wydatków na wykonane prace jest ważną częścią raportu. W celu osiągnięcia jednostajności poleca się poniższy wzór:

KOSZT UTRZYMANIA SAMOCHODÓW (Z DZIENNIKA SAMOCHODOWEGO).

WYSZCZEGÓLNIENIE	Samochód Nr. Nośność	Samochód Nr. Nośność	Samochód Nr. Nośność
Ilość przebytych kilometrów			
Całkowity koszt na kilometr			

KOSZTA TRIANGULACJI.

Całkowity koszt (zawierający całkowite koszty utrzymania samochodów, pobory pracowników stałych, włączając czas należnego urlopu i czas zużyty w biurze na przygotowanie do prac polowych i na wykonanie raportu. Koszt pomiaru podstaw i wywiadu winien być wykazany oddzielnie).....

Długość wykonanego łańcucha, mierzona wzdłuż osi.....

Koszt na jeden kilometr długości łańcucha.....

Powierzchnia opracowana w kilometrach kwadratowych.....

Koszt na kilometr kwadratowy.....

Ilość zaobserwowanych stanowisk łańcucha głównego.....

Koszt obserwacji na jednym stanowisku (dwa punkty niższego rzędu liczą się za jeden punkt wyższego rzędu).....

Ogólna ilość punktów, na których wyznaczono współrzędne geograficzne.....

Koszt wyznaczenia współrzędnych geograficznych jednego punktu.....

ROZDZIAŁ III.

POMIAR PODSTAWY.

INSTRUKCJA OGÓLNA.

21 września 1915 roku szef Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych zatwierdził następującą instrukcję pomiaru podstaw I rzędu:

„Instrukcja poniższa pomiaru podstaw I rzędu anuluje wszystkie poprzednie instrukcje, dotyczące tego rodzaju prac.

Instrukcja wywiadu na str. 4 i 5 ustala odległość pomiędzy podstawami, lecz należy pamiętać o ścisłej zależności pomiędzy wywiadem, triangulacją i pomiarem podstaw. Przy słabych figurach $\sum R_1$ i $\sum R_2$ będą wzrastać bardzo szybko i podstawy należy umieszczać w bliższej odległości jedna od drugiej. Czasami, nawet przy zbyt wielkich zamknięciach trójkątów w łańcuchu triangulacyjnym, możemy osiągnąć przepisaną $\sum R$ pomiędzy dwiema podstawami, oraz wystarczającą zgodność pomiędzy długością podstawy, otrzymaną z pomiaru i długością, obliczoną przez łańcuch triangulacyjny z podstawy poprzedniej. W tych wypadkach zgodność może być wynikiem szczęśliwego rozkładu błędów, znoszących się wzajemnie i boki pośrednie mogą nie posiadać odpowiedniej dokładności.

Długość każdej podstawy I rzędu musi być określona conajmniej przez 2 kompletne pomiary przepisowemi, sprawdzonemi taśmami inwarowemi, z ostateczną dokładnością 1:1 000 000, lub większą. Należy przedsięwziąć takie środki ostrożności przy układaniu taśmy w linii podstawy, przy notowaniu długości taśmy i przy określaniu poprawek na nachylenie, ciągnięcie i temperaturę, by rzeczywisty błąd długości mierzonej podstawy, spowodowany każdą z tych przyczyn oddzielnie, nie przekraczał 1:500 000. Należy stosować metody pomiaru, we właściwym stopniu zmniejszające wpływ błędów systematycznych.

Podwyższenie dokładności przy pomiarze podstawy ponad podaną powyżej granicę bardzo mało wpływa na zwiększenie średniej dokładności boków trójkątów łańcucha triangulacyjnego pomiędzy podstawami, wobec czego nie należy tracić czasu i środków na uzyskanie dokładności, przekraczającej powyżej podane granice.

Do pomiaru każdej podstawy używamy conajmniej trzech taśm, przyczem części podstawy, zmierzone każdą z nich, powinny być w przybliżeniu równe. Dla osiągnięcia tego mierzymy podstawę odcinkami o długości około 1 km, oprócz jednego końcowego odcinka, który może być dłuższy lub krótszy, a całą długość podstawy dzielimy na trzy sekcje, o długościach mniej więcej równych, zawierających pewną ilość odcinków. Każdą z trzech sekcji mierzymy kolejno dwiema taśmami, łącząc w pary coraz to inne taśmy, celem osiągnięcia jaknajlepszego wzajemnego porównania taśm. Każdą taśmą mierzymy jedną sekcję wprzód, drugą wstecz. Partja pomiarowa powinna posiadać cztery taśmy na wypadek, gdyby jedna z nich okazała się nieprawidłowa i przy porównaniu z innymi dawała niedopuszczalne różnice w długości.

Jeżeli różnica pomiędzy dwu pomiarami jednego odcinka nie przekracza $10\sqrt{K}$ milimetrów (gdzie K — długość odcinka w kilometrach), wystarczą dwa pomiary każdego

odcinka, w przeciwnym razie należy odcinek pomierzyć dodatkowo, najlepiej temi samymi taśmami, tak aby pomiędzy dwoma pomiarami osiągnąć różnicę mniejszą od powyższej granicy.

Przed pomiarem pierwszej podstawy w sezonie wszystkie taśmy winny być sprawdzone w Urzędzie Sprawdzianów. Bez ponownego sprawdzenia, można mierzyć więcej niż jedną podstawę w ciągu jednego sezonu jedynie pod warunkiem, że nie została stwierdzona dostrzegalna niezgodność w długości 2 lub więcej taśm oraz, że porównanie taśm w czasie pomiaru z taśmą sprawdzoną nie wykazuje niedopuszczalnych zmian w długości 2 lub więcej taśm. Bezpośrednio po zmierzeniu ostatniej podstawy w sezonie, należy wszystkie taśmy przesać do Biura Sprawdzianów celem ponownego sprawdzenia.

Na każdej taśmie blisko kreski końcowej znajduje się obok jednej krawędzi mały znaczek w kształcie „v”, wskazujący, przy której krawędzi były obserwowane końce kresek końcowych taśmy przy sprawdzaniu. Przy pomiarze zawsze należy odczytywać kreskę wskaźnika na krawędzi taśmy, oznaczonej tym znaczkiem „v”. Jeżeli znaku „v” nie można odróżnić, należy odczytywać kreskę końcową na krawędzi taśmy, dalszej od obserwatora, gdy obserwator, stojąc przy rozciągniętej taśmie, ma cyfrę 0 z lewej i cyfrę 50 z prawej strony.

Jeżeli warunki topograficzne nie pozwalają na pomiar podstawy w linii prostej, możemy mierzyć podstawę w linii łamanej. Niezbędnym warunkiem, który musi być zachowany przy pomiarze łamanej podstawy jest wzajemna widoczność punktów końcowych.



Fig. 45. Pomiar podstawy przyrządem, utrzymywanym w temperaturze topnienia lodu.

W czasie przesuwania sztab, służących do pomiaru, przeciągano równocześnie końmi specjalne urządzenie zabezpieczające, pokryte dachem, które dla tego celu było zbudowane na rolkach. Obecnie przy pomiarze podstaw I rzędu Sł. Pom. Brz. i Geod. stosuje wyłącznie taśmy sprawdzania (komparacji) taśm.

Na każdym punkcie załamania, oraz na punktach końcowych podstawy mierzy się kąty, tak aby utworzyć zamknięty wielobok. Kąty winny być pomierzone z taką dokładnością, żeby długości boków i podstawy otrzymać było można z poniżej podaną dokładnością. Żaden z pomiędzy dłuższych boków podstawy łamanej nie powinien być nachylony do ostatecznej linii podstawy pod kątem większym, niż 20° , a należy się starać, aby kąty te nie przekraczały 12° . Całkowity błąd odrzutowania boków podstawy łamanej na linię, łączącą końce podstawy, nie powinien przekraczać 1 : 500 000 długości podstawy. Przy pomiarze nachylenie taśmy do poziomu w zasadzie nie powinno przekraczać 10% . W pobliżu tej granicy, a tembardziej po jej przekroczeniu, należy szczególnie starannie określać różnicę wysokości końców taśmy; w tym celu podpory końców taśmy winny być zaniwelowane. Z wykresu na fig. 48 możemy wyznaczyć dokładność, z jaką musimy

określać różnice wysokości podpór taśmy przy różnych odstępach pomiędzy podporami, aby błąd względny długości tego odstępu, zredukowanej na poziom, był mniejszy od 1 : 100 000.

Obliczenie długości poszczególnych odcinków powinno być doprowadzone już w czasie robót do takiego stanu, aby przed odjazdem po zakończeniu pomiaru mieć pewność, że została osiągnięta wymagana dokładność pomiaru.

PRZYGOTOWANIE PODSTAWY.

TYCZENIE LINJI PODSTAWY.

Pierwszą czynnością po ustaleniu końcowych punktów podstawy będzie umieszczenie, dokładnie w linii podstawy, tyk lub tarcz, rozstawionych na takiej odległości od siebie, by umożliwić ustawienie teodolitu dokładnie na linii podstawy w tylu miejscach, ile potrzeba,

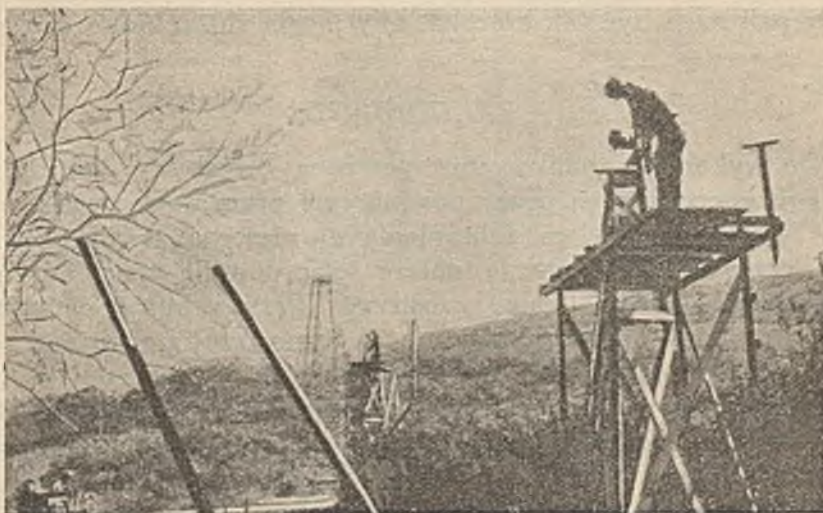


Fig. 46. Rusztowanie i stół wskaźnikowy, używany przy pomiarze podstawy pod Pasadena.

Podobne budowle stosowane były już to dla zmniejszenia nachylenia taśmy na stromych pochyłościach, już to dla podwyższenia linii podstawy ponad plantacje cytryn i pomarańczy. Rusztowanie dla obserwatora było zupełnie oddzielone od statywu stolika wskaźnikowego.

aby można było celować lunetą na wszystkie pale, użyte jako podstawy dla płytek wskaźnikowych. Zapomocą dobrze zrektyfikowanego teodolitu łatwo jest przeprowadzić wytyczenie z taką dokładnością, aby żaden pal nie wychylał się z linii podstawy więcej, niż na 15 cm i żadna płytka wskaźnikowa nie wychylała się z linii, łączącej płytki

na dwóch sąsiednich palach więcej, niż na 2.5 cm. Jeżeli odległość do jednego lub obu sąsiednich pali jest mniejsza, niż 50 m, należy tę wielkość dopuszczalnej odchyłki w wytyczeniu płytek proporcjonalnie zmniejszyć. Tyczenie dokładniejsze od przytoczonego powyżej jest zbyteczne.

OCZYSZCZANIE LINJI PODSTAWY.

Linja podstawy powinna być oczyszczona od wszelkich przeszkód, tak aby naciągnięte taśmy mogły wisieć swobodnie. Dla skoszenia trawy i zielska używamy kosy lub kosiarki, dla wycięcia drzew i krzaków — siekier i tasaków. Oczyszczeniu podlega pas o szerokości nie większej od 1.80 m. Wobec tego, że czynności pomiarowe wykonuje się tylko po jednej stronie linii podstawy, oczyszczona przestrzeń musi być szersza z jednej strony pali, niż z drugiej. Gdy warunki terenowe pozwalają na przejazd wozów, lub samochodów, przesieka z jednej strony pali musi być tak szeroka, aby mogła służyć, jako droga.

PALIKOWANIE.

Do wykonania palikowania potrzeba trzech do sześciu ludzi. Przed rozpoczęciem tej pracy powinno się przygotować paliki o przekroju 10×10 cm. Celem uchronienia głowicy palika przed rozłupaniem przy wbijaniu w ziemię, należy ściąć ukośnie kanty jego górnej powierzchni, a dolny koniec zaostrzyć. Przy zakupie materiału na tartaku, możemy odrazu polecić obciąć i zaostrzyć paliki piłą, co wyniesie około 3 centów kosztu od sztuki. Paliki o przekroju 10×10 cm winny mieć ostrze czworoboczne długości 25 cm, a paliki 5×10 cm, używane jako podpory pośrednie, winny mieć na szerszych bokach ostrza o długości 12 cm, a na węższych bokach 24 cm. Przy niejednakowym spadku terenu, wbite paliki winny wystawać od 60 — 75 cm nad powierzchnią gruntu, wobec czego całkowita długość palików powinna wynosić od 1.00 do 1.20.

Na jednostajnym spadku pale nie potrzebują wystawać więcej, niż 45 do 60 cm nad powierzchnię, gdyż im pal jest niższy, tem jest sztywniejszy. Wywiad linii podstawy wskaże nam zgrubsza, ile punktów końcowych taśmy wypadnie w zagłębieniach, gdzie trzeba użyć dłuższych palików. W głębszych kotlinach, lub w wypadku, gdy potrzeba zmniejszyć nachylenie taśmy przez podwyższenie podpory, trzeba będzie budować wieże z oddzielnem rusztowaniem dla obserwatora. Typ budowli, używany w podobnych wypadkach przy pomiarze podstawy pod Pasadena, jest przedstawiony na figurze 46.

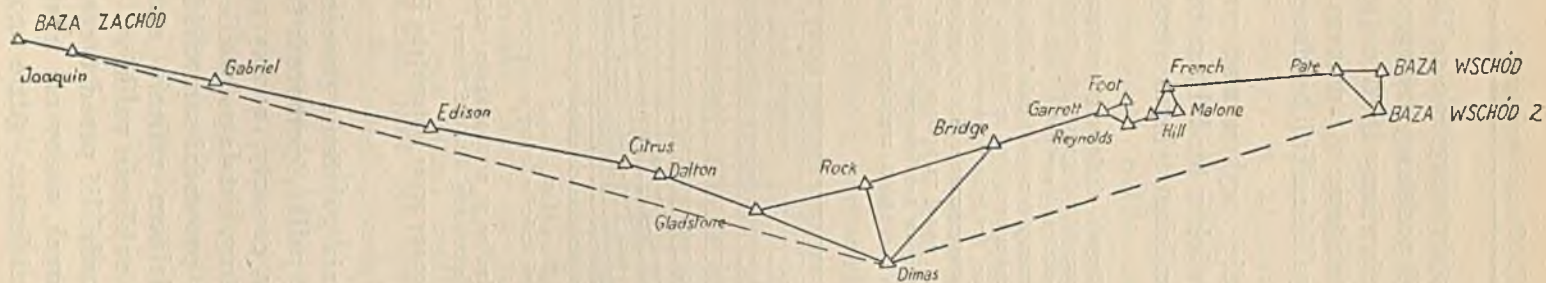
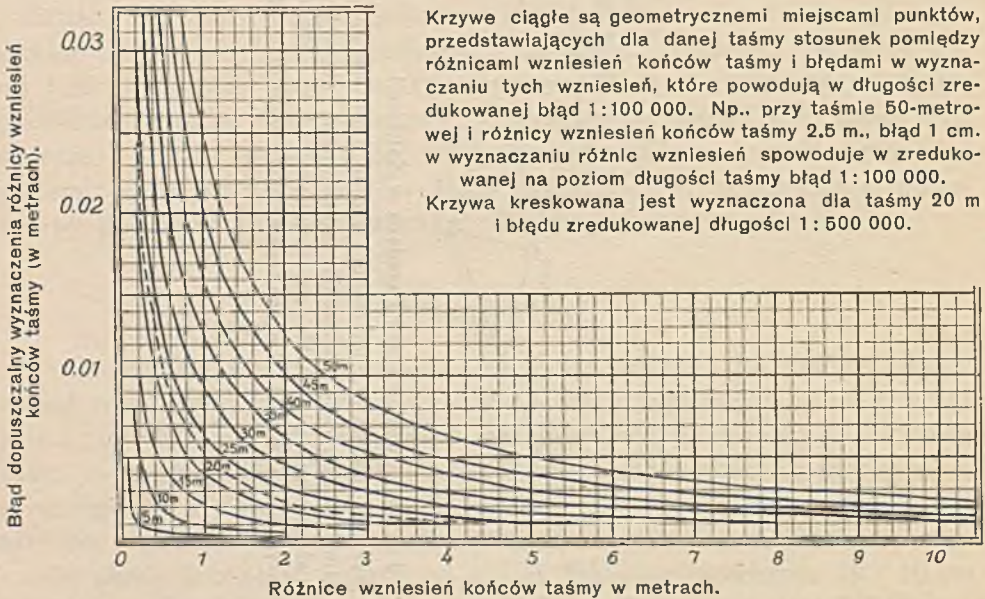


Fig. 47. Podstawa pod Pasadena w Kaliforniji.

Charakterystyczny przykład podstawy, mierzonej wzdłuż linii łamanej. Linje ciągłe były pomierzone, a linje przerywane oznaczają projektowaną długość. Projektowana długość określona została z rzeczywistym błędem, mniejszym od 1 : 1 000 000. Błąd prawdopodobny był mniejszy od 1 : 7 000 000. Długość tej podstawy wynosiła 20.9 mili (33.5 km).

Przy podstawach I i II rzędu wszystkie paliki muszą być w czasie wbijania ustawiane na linii podstawy zapomocą teodolitu. Przy podstawach niższego rzędu ustawiamy bardzo gęsto tyki lub tarcze, a paliki ustawiamy na oko, posługując się pionem. Przy zastosowaniu tej metody należy ustawiać paliki na linii bardzo starannie, zwłaszcza na stromych pochyłościach.

Samo palikowanie najlepiej wykonywać przy pomocy partji, złożonej z 5 ludzi. Jeden człowiek z teodolitem ustawia paliki w linii podstawy, drugi, zwany pomocnikiem tylnym, trzyma koniec taśmy,



Krzywe ciągłe są geometrycznymi miejscami punktów, przedstawiających dla danej taśmy stosunek pomiędzy różnicami wzniesień końców taśmy i błędami w wyznaczaniu tych wzniesień, które powodują w zredukowanej długości taśmy błąd 1:100 000. Np., przy taśmie 50-metrowej i różnicy wzniesień końców taśmy 2.5 m., błąd 1 cm. w wyznaczaniu różnic wzniesień spowoduje w zredukowanej na poziom długości taśmy błąd 1:100 000.

Krzywa kreskowana jest wyznaczona dla taśmy 20 m i błęd zredukowanej długości 1:500 000.

Fig 48. Wykres, obrazujący wpływ błędów w wyznaczaniu różnicy wzniesień końców taśmy na zredukowaną długość taśmy.

Wykres ten został obliczony i wykonany przez matematyka Howard S. Rappleye.

przytrzymując podczas ustalania położenia przedniego palika końcowy znak taśmy na wbitym już paliku, pomocnik środkowy wbija palik środkowy w połowie taśmy, czwarty, zwany pomocnikiem przednim, trzyma przedni koniec taśmy, ustala położenie przedniego palika, i wbija go, podczas gdy piąty prowadzi samochód i rozdziela paliki, podczas gdy technik z teodolitem zmienia stanowisko i pomaga przedniemu pomocnikowi przy zabijaniu palików. Jeżeli mamy tylko czterech ludzi, paliki należy rozdzielić przed tyczeniem, w odstępach cokolwiek mniejszych od żądanych, ażeby nie trzeba było chodzić po palik i wracać z nim. W miejscach, gdzie może być potrzebne

wzmocnienie palików, należy pozostawiać zapasowe kawałki drzewa. Do odmierzenia odległości zabijanych palików używamy starej, zużytej taśmy inwarowej, lub 50-cio metrowej taśmy stalowej. Taśmy inwarowej, używanej do właściwego pomiaru podstawy, nie należy używać do tego celu ze względu na możliwość uszkodzenia jej. Przy używaniu taśmy stalowej należy ją zgrubsza porównać ze sprawdzoną taśmą inwarową i wyznaczyć w przybliżeniu poprawki na temperaturę dla przyjętych odstępów palików, aby uniknąć straty czasu na przedstawianie palików wprzód lub wtył w czasie pomiaru. Dla wyznaczenia położenia środkowego palika, zaznaczamy na taśmie punkt 25-cio metrowy zapomocą kreski. Najdogodniejszym narzędziem do zabijania palików jest ośmiokilogramowy żelazny młot. Przed przystąpieniem do zabijania palika w grunt twardy lub skalisty, robimy w gruncie otwór żelaznym łomem. Otwór powinien być wytyczony zapomocą teodolitu, gdyż przy zabijaniu ostrze palika znajdzie się na miejscu otworu. Przedni pomocnik, wraz z drugim, niosą młoty, piłę, młotek, gwoździe, płytki miedziane i gwoździki do przybijania płytek do palików, środkowy pomocnik niesie tylko młot lub topór, młotek i gwoździe. Przed rozpoczęciem palikowania ustawiamy teodolit na jednym końcu podstawy ściśle nad znakiem końcowym. Po dokładnem zrektyfikowaniu teodolitu, celujemy na tarczę, ustawioną na drugim końcu podstawy, lub na jakąkolwiek tarczę pośrednią, uprzednio już ustawioną w linii podstawy. Oś celowa teodolitu wyznacza teraz linię podstawy. Jeżeli znak stacyjny na końcowym punkcie podstawy jest umieszczony nisko, należy zbudować nad nim pomost, na który odrzutowuje się znak stacyjny.

Teraz taśmę rozciąga się wzdłuż podstawy, tylny pomocnik trzyma tylną końcową kreskę taśmy na znaku stacyjnym początkowego punktu podstawy, przedni pomocnik, ustawiając się w przybliżeniu na linii podstawy, naciąga taśmę według przymocowanego do niej dynamometru z taką siłą, jaka ma być stosowana przy właściwym pomiarze podstawy. Pomocnik przedni, trzymając palik 10×10 cm naprzeciw przedniej końcowej kreski taśmy, zostaje ustawiony na linii zapomocą znaków przez technika przy teodolicie. Podczas tego środkowy pomocnik przytrzymuje środek taśmy mniejwięcej na równej wysokości z jej końcami i jednocześnie zaznacza palikiem punkt na ziemi pod środkowym znakiem na taśmie.

Po przybliżonem ustawieniu palika w linii podstawy przedni pomocnik odkłada taśmę i wbija palik, przytrzymywany przez drugiego człowieka. Podczas tego technik przy teodolicie ustawia palik środkowy, który wbija pomocnik środkowy. Jednocześnie technik daje także baczenie na palik przedni, dając znak, gdy nie jest on

wbity w linii podstawy. Dla uniknięcia pomyłek używa się dla sygnalizowania środkowemu pomocnikowi chorągiewki czarnej, a białej dla sygnalizowania przedniemu. Gdy pomocnik przedni, albo środkowy chce sprawdzić dokładność ustawienia swego palika, uderza dłonią po wierzchołku swego palika dla zwrócenia uwagi technikowi przy teodolicie.

Skoro przedni palik został wbity i ustawiony w linii podstawy, przedni pomocnik wbija pionowo na górnej powierzchni środkowego palika gwóźdź, na którym opierać się będzie taśma, zaś technik przy teodolicie kontroluje jeszcze raz poziome i pionowe wytyczenie palika środkowego. Poczem ustawia w linii podstawy zapomocą teodolitu ołówek lub inny przedmiot, ustawiony pionowo na paliku przednim przez pomocnika przedniego, a wyznaczony w ten sposób punkt, pomocnik przedni zaznacza na górnej powierzchni palika. W czasie zabijania i wytyczania palików pomocnik tylny staje ze swym kosturem z boku, aby nie zasłaniać linii.

Umieszczamy teraz ponownie taśmę w linii podstawy w takim położeniu, by tylna kreska końcowa znajdowała się na znaku stacyjnym punktu początkowego podstawy, a krawędź taśmy przechodziła przez wyznaczony na przednim paliku punkt i naciągamy taśmę do przepisanej granicy natężenia. Na wierzchołku palika, wzdłuż krawędzi taśmy, znajdującej się w linii podstawy, przybijamy płytkę miedzianą i naprzeciwko przedniej kreski końcowej taśmy zaznaczamy ołówkiem kreskę na płytce. Ta kreska służy za znak tylny przy zabijaniu palików na następnej długości taśmy. Przenosimy następnie taśmę wprzód i powtarzamy opisane powyżej czynności, nie przenosząc jednakże teodolitu przy każdym przenoszeniu taśmy. Można zaoszczędzić nieco czasu, zaznaczając ołówkiem na przednim paliku położenie miedzianej płytki i polecając tylnemu pomocnikowi przybijanie jej w czasie zabijania przez przedniego pomocnika następnego palika.

Partja z 5-ciu ludzi może wypalikować dziennie od 3 do 5 km, zależnie od rodzaju gruntu i sprawności partji.

Na paliki winno się wybierać drzewo trudno łupliwe. Przy gruncie skalistym, gdzie wbijanie jest niemożliwe, przybijamy do podstaw palików krzyżaki 2.5×10 cm, ustawiając paliki na powierzchni gruntu i dla usztywnienia obsypując kopcem z kamieni. Palik obluzowany lub chwiejący się należy usztywnić dwoma lub trzema podpórkami 2.5×10 cm, takimi samymi podpórkami winny być usztywnione końcowe paliki każdego odcinka.

Jeżeli z jakichkolwiek względów górna powierzchnia palika lub palików pośrednich nie leży na jednej prostej z górnymi powierzch-

niami końcowych palików taśmy, należy każdy taki palik zanumerować kolorową kredą i zaznaczyć kawałkiem kolorowego materiału, w celu zaniwelowania podczas niwelacji podstawy. Wszystkie paliki, wyznaczające całe taśmy, numeruje się kolorowym ołówkiem kolejnymi liczbami całkowitymi w kolejności ich zabijania, zaś paliki pośrednie umieszczone na załamaniu spadków, oznacza się liczbami ułamkowymi.

Przy przekraczaniu wąwozów lub rzek, często trzeba umieszczać palik na skraju pochyłości i od tego palika zaczynać nową taśmę. Jeżeli w takim wypadku odległość od poprzedniego palika, oznaczonego np. Nr. 34, jest mniejsza, niż pół taśmy, oznaczamy go numerem „Nr. 34 przesunięty wprzód”, a pal końcowy następnej taśmy oznaczamy Nr. 35. Jeżeli zaś odległość ta jest większa, niż połowa taśmy, wbijamy w połowie taśmy palik o krzekroju 10×10 cm, oznaczony Nr. $34\frac{1}{2}$, a palik na załamaniu pochyłości oznaczamy „Nr. $34\frac{1}{2}$ przesunięty wprzód”. Stosując ten system, używany od wielu lat prawie powszechnie, unikniemy wątpliwości przy wykorzystywaniu dziennika pomiaru podstawy. Należy się starać unikać załamań spadku na palikach pośrednich ze względu na niejednakowe natężenie taśmy, oraz niejednakowy kształt linii łańcuchowej po obu stronach punktu załamania.

Zamiast palików pośrednich dawniej stosowano z dobrymi wynikami podporę pośrednią innego kształtu. Do podtrzymania taśmy w środku, stosowano podporę zawiasową w kształcie odwróconego V, na wierzchołku której zawieszano taśmę na pętli ze sznura lub drutu, przyczem środkowy punkt taśmy był ustawiany w linii podstawy i w poziomie przez przedniego pomocnika. Metody tej jednakże należy o ile możności unikać, gdyż powoduje ona znaczną stratę czasu.

PRZYRZĄDY I MATERJAŁY.

Do pomiaru podstawy potrzebne są zwykle następujące przyrządy i materiały:

- 2 szydła do robienia znaków na płytkach miedzianych.
- 2 cyrkle,
- 1 niwelator z łąką i parasolem.
- 2 piony,
- 2 linijki bukszpanowe, długości 10 cm, z podziałem milimetrycznym,
- 1 komplet do naciągania taśm, składający się z dwóch kosturów z pętlami i klamrami do przymocowania taśmy, dwóch dynamometrów i przyrządu do sprawdzania dynamometru.
- Płytki miedziane na wierzchołki pali, takiej samej grubości jak taśma, w ilości 20 sztuk na kilometr,
- 1 taśma stalowa 30-metrowa sprawdzona,
- 1 taśma stalowa lub inwarowa 50-metrowa, niesprawdzona, do wyznaczania odległości palików,
- 4 taśmy inwarowe 50-metrowe sprawdzone,
- 1 teodolit o średnicy 7 cali,
- 3 termometry do taśm.

Specjalne warunki pomiaru mogą wywołać konieczność zastosowania innych jeszcze instrumentów np. teodolitu kierunkowego przy pomiarze podstawy w linii łamanej, lub ruchomych żelaznych trójnogów przy pomiarze podstawy wzdłuż dróg bitych, gdzie pali zabijać nie można.

SPRAWDZANIE PRZYRZĄDÓW DO POMIARU PODSTAW I OBCHODZENIE SIĘ Z NIEMI.

Taśmy inwarowe. Najważniejszym przyrządem do pomiaru podstaw jest taśma inwarowa. Taśmy inwarowe, dobrze sprawdzone i należycie użyte, dają bardzo wysoką dokładność, przy użyciu trzeba jednakże dobrze znać ich właściwości, mogące spowodować błędy. Celem osiągnięcia dobrych wyników należy się stosować do dwóch ogólnych zasad:

1. Należy unikać takich wypadków i metod postępowania, które mogą spowodować zmianę długości taśm.

2. Taśmy należy używać, o ile tylko to jest możliwe, albo w takich samych warunkach, w jakich były sprawdzane, albo w warunkach, zmienionych tylko o tyle, aby wprowadzenie poprawek było możliwe.

Zpóśród wypadków, które powodują niezachowanie pierwszej zasady, należy wspomnieć: zaplątanie taśmy, zmiana masy taśmy przez tarcie o grunt przy pomiarze, zmiana długości taśmy przez wyciąganie poza granicę sprężystości. Drugą zasadą wymaga określenia poprawek na ciągnięcie, zwis, nachylenie, wytyczenie i temperaturę w dopuszczalnych granicach błędów. Będzie to szczegółowo omówione poniżej.

Musimy pamiętać, że inwar jest stopem bardzo niestałym. Cztery taśmy inwarowe, używane przy pomiarze naszych precyzyjnych podstaw od roku 1907 do 1916 wykazały przy sprawdzaniu w tym okresie czasu zupełnie dostateczną stałość długości, lecz później taśmy te wykazały znaczne zmiany. Trzy spośród powyższych 50-metrowych taśm wykazały przy sprawdzaniu zmiany długości od 0,3 mm do 1.0 mm, co przy największej zmianie odpowiada 1:50 000 długości taśmy, przyczem jedno z nich wykazały współczynnik rozszerzenia ujemny, inne bardzo mały dodatni. Taśmy, wykazujące takie nieregularne zmiany w długości, nie mogą być, oczywiście, użyte do pomiaru podstaw I, ani II rzędu.

Producenci inwaru w Europie przeprowadzają doświadczenia z metodami stabilizacji tego stopu i pomimo trudności tego zagadnie-

nia niewątpliwie osiągną dobre wyniki. Niski współczynnik rozszerzalności inwaru zależy: 1) od prawidłowo określonego w stopie stosunku niklu do stali, około 35% niklu na 65% stali i 2) od obróbki metalurgicznej stopu po jego przygotowaniu. Jeden z etapów tej obróbki polega na ogrzewaniu i stopniowym ochładzaniu stopu w przeciągu kilku tygodni. Szczególne własności termiczne stopu powodują bardzo niestały układ molekularny, czego dowiodły doświadczenia, przeprowadzone przez Urząd Sprawdzianów. Podejrzana o niestałość taśma inwarowa, poddana po starannem sprawdzeniu stu rytmicznym uderzeniom o betonową podłogę, wykazała przy ponownem sprawdzeniu skrócenie o 1.5 mm.

Z rozważań tych łatwo wywnioskować, że nawet przy używaniu taśmy o wyraźnie stałych własnościach należy obchodzić się z nią bardzo troskliwie, aby uniknąć możliwości silnych zmian molekularnych. Taśmy nie powinny być nawijane i rozwijane szybko, albo pod silnem ciągnięciem, ani też nawijane na bęben o małej średnicy. Nie powinny one być ciągnięte po ziemi, wstrząsane gwałtownie, ani też wystawiane na działanie gwałtownych zmian temperatury.

Poza specjalnemi ostrożnościami, opisanemi powyżej, które mają za zadanie ochronę taśmy przed zmianą długości, należy stosować zwykłe środki ostrożności przed substancjami przylegającemi i niszczącemi. Po użyciu należy taśmę oczyścić i przed nawinięciem na bęben naoliwić lekką oliwą. Taśmę nawiniętą na bęben w czasie deszczu należy przy pierwszej sposobności osuszyć i naoliwić.

Osoby, nieprzyzwyczajone do obchodzenia się z taśmą, mogą spowodować, wskutek wąskości i głębokości rowka w bębnie, skręcenie taśmy przy nawijaniu, lub rozwijaniu. Przy pierwszym rozwijaniu taśmy z bębna wszyscy uczestnicy partji pomiarowej winni być szczegółowo pouczeni o właściwem obchodzeniu się z nią. Zgięcie taśmy lub skręcenie jej, może ją pozbawić istotnych cech przyrządu pomiarów ścisłych, gdyż bez względu na to, czy pozostaje ona skręcona lub zgięta, czy też będzie wyprostowana zpowrotem, w obu wypadkach jej rzeczywista długość będzie się różnić od długości, ustalonej przez sprawdzenie. Jeżeli taśma była zgięta lub skręcona, należy w dzienniku pomiaru podstawy podać dokładną datę tego wypadku, aby, o ile się to okaże niezbędne, do wyników dalszego pomiaru wprowadzić długość taśmy, uzyskaną ze sprawdzenia po ukończeniu pomiaru podstawy. Taśmę, silnie zgiętą lub skręconą, należy zastąpić taśmą zapasową.

Jako wynik sprawdzenia taśmy Urząd Sprawdzianów podaje następujące dane:

Waga taśmy w gramach na metr bieżący.

Współczynnik rozszerzalności na 1° C.

Długość taśmy, podpartej w 3 punktach, t. j. 0 m, 25 m, i 50 m. przy pewnej określonej temperaturze.

Długość taśmy, podpartej w 5 punktach, t. j. 0 m, 12,5 m, 37,5 m i 50 m przy pewnej określonej temperaturze.

Długość taśmy, podpartej na całej długości, przy pewnej określonej temperaturze.

Ta ostatnia wartość jest zwykle wyliczona z wartości, otrzymanych przy sprawdzaniu taśmy, podpartej w 3-ch punktach i 5-ciu punktach. Należy zwrócić uwagę, że sprawdzona długość taśmy, podpartej na całej długości, jest podana w założeniu, że pomiędzy powierzchnią podpierającą, a taśmą nie ma tarcia. W polu, podparcie taśmy na całej długości, może się zdarzyć przy pomiarze podstawy

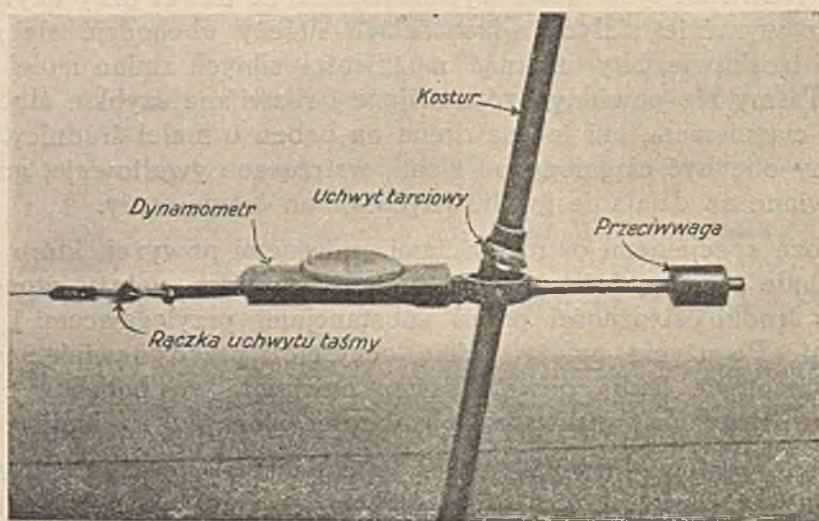


Fig. 49. Przyrząd do napinania taśmy z dynamometrem.

Jest to przyrząd stosowany przy przednim końcu taśmy. Uchwyt tarciový umożliwia przesuwanie dynamometru wzdłuż kostura.

po szynach kolejowych. Poprawkę długości, mierzonej w ten sposób, można otrzymać, porównując długość kilometra, pomierzonego tym sposobem z długością, otrzymaną z pomiaru taśmą, podpartą w trzech punktach. Różnica w długości stanowi szukaną poprawkę. Przy podstawach I rzędu nie poleca się mierzyć taśmą, opartą na całej swej długości, gdyż błąd spowodowany tarciami zmienia się w zależności od stanu powierzchni szyn.

Przed rozpoczęciem właściwego pomiaru należy zmierzyć każdą ze sprawdzonych taśm kilometrowy odcinek kontrolny, celem uzyskania kontroli danych długości każdej taśmy, podanych w świadectwach

sprawdzenia w Washington'ie. Da to nam możliwość wykrycia pewnych zmian w długości taśm od czasu ich sprawdzenia, lub ewentualnych błędów drukarskich w świadectwach. Po zakończeniu pomiaru należy przeprowadzić powtórny pomiar odcinka kontrolnego zapomocą wszystkich taśm, celem ustalenia dla tego momentu zmian, które mogły zajść w długości pewnej taśmy, oraz zmian, które mogą zajść od tego momentu do czasu najbliższego sprawdzenia.



Fig. 50. Sprawdzanie dynamometru zapomocą przepi-sowego ciężaru na bloku o małym tarcu.

Przyrząd do naciągania taśm. Przyrząd ten jest przedstawiony na fig. 49. Składa się on zasadniczo z dwóch kosturów drewnianych, zaopatrzonych w stalowe ostrza. Na kosturze, przeznaczonym dla tylnego końca taśmy jest założona pętla skórzana, ślizgająca się po nim luźno, służąca do uchwycenia końcowego pierścienia uchwyto-owego taśmy. Skórzana pętla powinna się lekko przesuwac wzdłuż kostura celem łatwego dostosowania jej do wysokości tylnego pala. Oprawa dynamometru jest przymocowana do przedniego kostura za-

pomocą sprężynowego uchwytu. Taśma jest przymocowana do dynamometru za pomocą urządzenia, wskazanego na rysunku 49. Znajduje się tu rączka, której używa przedni napinacz przy przenoszeniu taśmy naprzód.

Dynamometry. Dynamometry, używane do naprężania taśmy, przedstawione na fig. 49, są to zwykle handlowe wagi sprężynowe, które w wydziale instrumentów Służby Pomiarów zmieniono odpowiednio celem zmniejszenia wewnętrznego tarcia. Przeciwwaga, przedstawiona na ilustracji, może być tak uregulowana, aby równoważyła wpływ przeciągania wyciągu dynamometru przez oprawę podczas napinania dynamometru.

Przyrząd do sprawdzania dynamometrów jest zwykle przysyłany razem z dynamometrem. Dynamometr winien być sprawdzany na nim przed i po zakończeniu dziennej pracy, czasami także w południe, a zawsze wtedy, kiedy podejrzewamy, że wskazówka na tarczy dynamometru zmieniła swe normalne położenie. Przy jednym

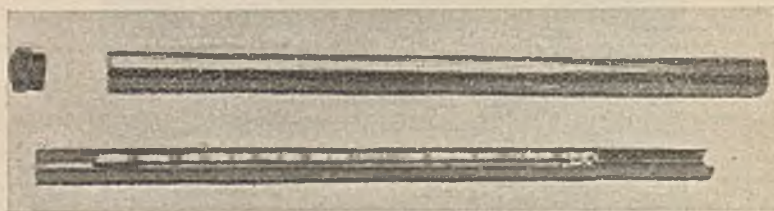


Fig. 51. Termometr w futerale do wyznaczania temperatury taśm.

Futerale zabezpiecza szklaną rurkę termometru od pęknięcia przy zdjęciu taśmy.

typie tego przyrządu kontrolnego zakładamy na dynamometr, trzymany pionowo, przepisowy ciężar, poczem nastawiamy wskazówkę dokładnie na 15 kg odczyt tarczy. Po wykonaniu tej poprawki, dynamometr w położeniu poziomym, będzie wskazywać prawdziwe napięcie. Innymi słowy, ciężar przedstawia masę 15 kg według pomiaru, przeprowadzonego na wadze sprężynowej w Washingtonie, zmniejszoną o wagę wyciągu i innych ruchomych części dynamometru, znajdujących się poniżej sprężyny. Dla obszaru Stanów Zjednoczonych niema potrzeby wprowadzania do wagi, ustalonej dla Washington, poprawki na zmianę siły ciężkości, wynikającej z różnicy wzniesień i szerokości geograficznej.

Inna metoda sprawdzania polega na użyciu ciężaru wagi dokładnie 15 kg, według pomiaru w Washingtonie, zawieszono na bloku o znikomym tarcu, jak wskazuje fig. 50. Dynamometr znajduje się w tym wypadku w położeniu poziomym. Przy sprawdzaniu tą meto-

da, ciężar jest zawieszony na drucie, przeprowadzonym przez blok do dynamometru. Po zawieszeniu ciężaru, czekamy, aż dynamometr uspokoi się, poczem naciągamy go lekko i w momencie, gdy blok zacznie się obracać, robimy odczyt na tarczy. Teraz znowu oczekujemy chwilę, aż dynamometr powróci do stałej równowagi, poczem zwalniamy powoli napięcie i w momencie, gdy blok zacznie się obracać, wykonywamy drugi odczyt na tarczy. Odczyty te powtarzamy kilkakrotnie. Średnia z różnic tych odczytów, które możemy nazwać od-



Fig. 52. Przenośny trójnóg żelazny do pomiaru podstaw.

Drewniany stolik z płytką wskaźnikową miedzianą; dzięki przegubowemu połączeniu ze statywem, może być znacznie odchylany w bok.

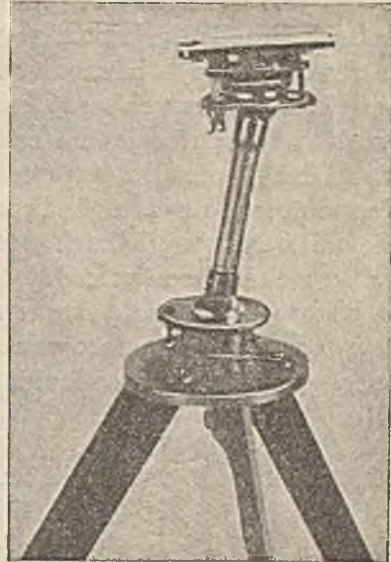


Fig. 53. Ruchoma głowica trójnoga z nóżką o podwójnym połączeniu przegubowem.

Taka konstrukcja umożliwia dokładne scentrowanie statywu, oraz ustawienie go na pochyłościach.

czytami wstecz i wprzód, wskaże nam podwójną wartość wpływu tarcia bloka, działającego na odczyty dynamometru w odwrotnych kierunkach, wobec czego średnia powinna być od tego błędu wolna. Należy się starać, aby ostrze podpórki osi bloka pozostawało blisko środka osi. Jeżeli chcemy otrzymać bardzo dokładne wyniki, należy uwzględnić błędy, spowodowane zmianami temperatury dynamometru. Pewna ilość typowych dynamometrów, sprawdzanych w Urzędzie Sprawdzianów, posiada poprawkę temperatury, równą — 4.15 gr dla wzrostu temperatury o 1° C. Poprawkę tę wprowadza się dopiero przy obliczeniach biurowych, biorąc za podstawę temperatury taśmy, zapisane

w dzienniku pomiaru i temperaturę dynamometru, podaną w świadectwie ponownego sprawdzania.

Najczęściej spotykana niedokładność dynamometrów, używanych przy pomiarze podstaw, pochodzi od nagłego zwalniania napięcia po zaznaczeniu kreski na płytce wskaźnikowej. Taki wypadek może zmienić położenie wskazówki o kilkaset gramów i nawet uszkodzić sprężynę. Jeżeli wypadkowo wydarzy się takie nagłe zwolnienie napięcia, dynamometr przed zakończeniem pomiaru należy zbadać.

Termometry. Są to specjalne, dość kosztowne termometry z podziałką co $0^{\circ}.3$ C, a nawet przeważnie co $0^{\circ}.1$ C, dla przeciętnych temperatur. Przed wysłaniem w pole są one sprawdzane w Urzędzie Sprawdzianów. Przy obliczeniach polowych nie uwzględnia się błędów podziału, ustalonych przy sprawdzaniu. Rurka szklana znajduje się w metalowym futerale dla zabezpieczenia przed stłuczeniem przy pomiarach, lub w razie zgięcia taśmy (fig. 51).

Termometr powyższego typu w czasie sprawdzania przymocowuje się na obydwu końcach taśmy, w punktach odległych o jeden metr od kresek końcowych, odległość tę mierzy się od kreski końcowej do bliższego końca termometru. Przy pomiarze podstawy, termometry muszą być umocowane zawsze w tych samych punktach zapomocą wąskich pasków lepkiej taśmy.

POPRAWKI DO POMIERZONYCH DŁUGOŚCI I SPOSOBY ZAPOBIEGANIA BŁĘDOM.

POPRAWKA NA NACHYLENIE.

Dane dla poprawek na nachylenie taśmy otrzymuje się zazwyczaj zapomocą niwelacji, która wykazuje różnice wzniesienia podpór obydwu końców taśmy. Jeżeli l jest pomierzoną długością, a h różnicą wzniesień dwóch końców taśmy, to poprawka

$$C_G = -(l - \sqrt{l^2 - h^2}) = -\frac{h^2}{2l} - \frac{h^4}{8l^3} - \frac{h^6}{16l^5} - \dots$$

Tablica poprawek na nachylenie dla taśmy 50 m długości, dla rozmaitych różnic wzniesień, znajduje się w rozdziale 6, zarówno w metrach, jak i w stopach¹⁾. Ponieważ dla taśmy 50 m drugi wyraz $\frac{h^4}{8l^3} < 0.1$ mm, gdy $h < 3.1$ m, poprawka przy zwykłych pochyłościach będzie się zmieniać proporcjonalnie do kwadratu różnicy wzniesień. Z tego powodu niwelacja przy stromych pochyłościach musi

¹⁾ Rozdział ten został wypuszczony w niniejszem tłumaczeniu z powodów, przytoczonych w przedmowie (przyt. tłum.).

być dokładniejsza, a różnice zmian wartości poprawki w tablicach powinny decydować, jaka dokładność poziomowania jest potrzebna. Wykres na str. 120 również pokazuje, jaka dokładność jest wymagana w poziomowaniu dla różnych długości taśmy i różnych pochyleń. Dla stromych pochyleń i krótkich długości lepiej jest obliczyć poprawkę pochylenia z rozwiązania trójkąta.

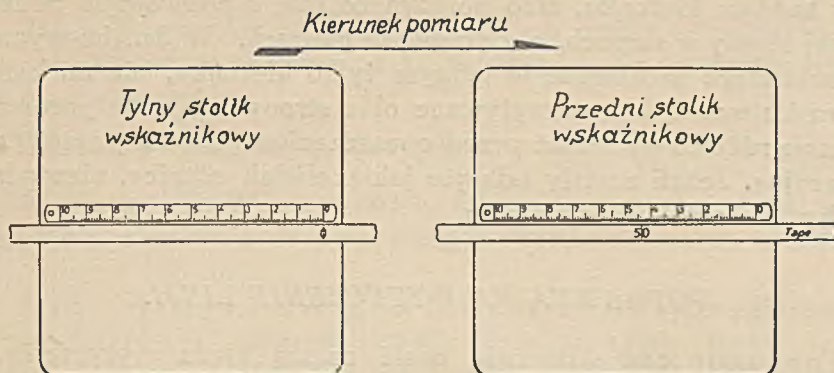


Fig. 54. Sposób zastosowania linijek inwarowych na płytkach wskaźnikowych. Stoliki wskaźnikowe na ruchomych trójnogach do pomiaru podstaw są często zaopatrywane w takie linijki. Przy podziale linijek, uwidocznionym na rysunku i przy koincydencji tylnej kreski zerowej taśmy z kreską zerową linijki tylnego stolika wskaźnikowego odczyt przedniej kreski końcowej taśmy winien być zapisany, jako przesunięcie wprzód, t. j. jako wielkość dodatnia.

Przy pomiarze podstawy I rzędu błąd C_G dla pojedynczej długości taśmy nie może przekraczać 0,1 mm, chociaż ma on charakter przypadkowy. Wobec tego, że poprawka zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do odległości, ułamkowe długości taśmy podlegają większym błędom w poprawce na nachylenie.

Należy się bardzo wystrzegać błędów poprawki na nachylenie, wynikającego z niezauważenia załamania nachylenia taśmy na środkowych podporach. Dla uniknięcia tego błędu, podpory te powinny być zawsze zaznaczone kawałkiem kolorowego materiału oraz numerem ułamkowym, np. $34\frac{1}{2}$, co znaczy, że załamanie spadu wypadło na połowie długości taśmy między pałem Nr. 34 i Nr. 35. Dziennik pomiaru powinien wtedy zawierać w kolumnie uwag notatkę: „Załamanie spadu $34\frac{1}{2}$ ”. Przed podsumowaniem poprawek na nachylenie każdego odcinka, musi być dokonana specjalna kontrola dla przekonania się, czy przeprowadzający niwelację, zaniwelował podpory na każdym załamaniu spadu i na końcach ułamkowych długości taśmy i czy w dzienniku niwelacji stosuje się ten sam system numeracji podpór taśmy, co i w dzienniku pomiaru

podstawy. Postępując w ten sposób, uniknie się niejasności lub wątpliwości przy ostatecznym obliczeniu. Dla uniknięcia błędów, spowodowanych tarcieciem taśmy na środkowej podporze, należy unikać, o ile tylko możliwe, załamania spadu, zamiast czego należy używać długich przesunąć taśmy wprzód.

Niwelacja powinna być przeprowadzona albo dwukrotnie, jeden raz w każdym kierunku, albo pojedynczo, łątą o podwójnym podziale, z jednej strony w stopach, a z drugiej w metrach. W drugim wypadku niwelacja może przebiegać w jednym tylko kierunku, ale na każdym stanowisku muszą być odczytywane obie strony łąty, oraz porównane sumiennie różnice wzniesień przed opuszczeniem podstawy przez partję niwelacyjną. Jeżeli zostały odkryte jakiegokolwiek różnice, niezgodność musi być skontrolowana w polu.

POPRAWKA NA WYTYCZENIE LINJI.

Powinnaby ona właściwie nosić nazwę błędu wytyczenia, bo chociaż te same wzory poprawek, oraz te same tablice są stosowane dla różnic wytyczenia, co i dla różnic nachylenia, wytyczenie linji może być zazwyczaj wykonane wystarczająco dokładnie, tak że niema potrzeby wprowadzania poprawek. W każdym razie trzeba pamiętać, że błędy wytyczenia linji mają zawsze ten sam znak, oraz że powiększają mierzoną długość i dlatego należy ich bardziej unikać, aniżeli niedokładności w poprawkach na nachylenie. Rozdział, opisujący palikowane podstawy, podaje szczegółowo środki ostrożności, które trzeba stosować przy wytyczaniu palików. Oprócz tego któryś z członków oddziału taśmowego, zwykle napinacz tylny albo napinacz przedni, musi kontrolować każdą długość taśmy, tak aby taśma nie zmieniła swego położenia poziomego na środkowej podporze, jak również, aby przedni palik nie był poruszony z wytyczonej linji.

POPRAWKA NA ZWIS I NAPIĘCIE TAŚMY.

Rzeczywista długość taśmy, zawieszanej pomiędzy podporami, podlega skróceniu, wynikającemu ze zwisania i wydłużeniu, wynikającemu z napięcia. Poprawkę na zwis podaje wzór

$$C_s = - \frac{n}{24} \left(\frac{w}{l} \right)^2 l^3,$$

gdzie n jest ilość odcinków, na które taśma została podzielona przez pośrednie podpory, l — długość odcinka w metrach, w — waga taśmy

w gramach na metr, t — napięcie w gr. Dla zobrazowania na przykładzie: dla taśmy Nr 922, podpartej w trzech punktach, pod napięciem 15 kg,

$$\begin{aligned}n &= 2 \\l &= 25 \\w &= 25.6,\end{aligned}$$

$$a C_s = - \frac{1}{24} \times 2 \times 25.6^2 \times 25^3 \times \frac{1}{15000^2} = - 0.00379 \text{ m.}$$

Jeżeli chcemy określić wpływ małych zmian w napięciu, wzór na zwis możemy zróżniczkować ze względu na t i wtedy przyjmie on następującą postać:

$$\text{Zmiana w długości} = \Delta L = + \frac{1}{12} n w^2 l^3 \frac{\Delta t}{t^3}.$$

Dla taśmy Nr. 922, podpartej, jak podano wyżej, zmiana 100 g w napięciu, stosownie do powyższego wzoru, wytworzy różnicę długości, równą 0.05 mm.

Zmianę rzeczywistej długości taśmy, wynikającą z wydłużenia pod wpływem napięcia, najlepiej określić doświadczalnie, wobec tego, że współczynnik sprężystości inwaru zmienia się znacznie, zależnie od procentowej zawartości niklu w stopie, jak również i od temperatury. Pięć 50-metrowych taśm inwarowych, badanych w Urzędzie Sprawdzianów, wykazało średnią zmianę długości, równą 0.43 mm na 500-gramową zmianę napięcia normalnego 15 kg. Stąd widać, że zmiana 100 gramów napięcia taśmy Nr. 922, podpartej w trzech punktach, przy całkowitem napięciu 15 kg, posiada większy wpływ na rozciąganie taśmy, aniżeli na zmianę poprawki na zwis taśmy.

Różnice w napięciu normalnym, przekraczające 100 gramów, należy określić i poprawić. Dynamometry muszą być sprawdzane na przyrządzie kontrolnym przed i po zakończeniu codziennej pracy. Dziennik pomiaru musi zawierać wyraźnie zapisane odczyty tarczy dynamometru podczas pomiarów taśmą. Odczyt wskazówki tarczy dynamometru winien być poprawiony, o ile tylko wykryjemy znaczniejszy błąd. W razie gdy do odczytów wskazówki tarczy nie możemy wprowadzać poprawek, napinanie należy doprowadzać do 15-kilogramowego znaku na tarczy; poprawki wynikające z zastosowania nieprawidłowego napięcia, wprowadzamy później. Nie powinno to zwiększyć znacznie czasu obliczeń, jeżeli pozatem mają być wprowadzane poprawki na temperaturę dynamometru. Wpływ zmian temperatury dynamometru może spowodować różnicę pomiędzy rzeczywistym, a odczytanym napięciem, większą nawet, aniżeli 100 gramów. Ażeby móc wprowadzić tę poprawkę, należy zapisywać temperaturę podczas sprawdzania dynamometru na przyrządzie kontrolnym. Za temperaturę dynamometru podczas pomiarów, uważamy temperaturę termometru, przymocowanego do taśmy.

WSPÓŁCZYNNIKI DLA OBLICZENIA POPRAWKI NA ZWIS.

(obliczył Howard S. Rappleye)

(Połączony argument boczny i górny wskazuje wagę taśmy w gramach na metr.

Wartość tabliczna = $\frac{1}{24} \left(\frac{w}{t}\right)^2 \times 10^{10}$, przy $t = 15000$ gramów. Ażeby otrzymać poprawkę na zwis pomiędzy podporami, należy wartość tabliczną pomnożyć przez sześcienną długość pomiędzy podporami i odrzucić 10 znaków dziesiętnych).

	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
20	740.74	748.17	755.63	763.13	770.67	778.24	785.85	793.50	801.19	808.91
21	816.67	824.47	832.30	840.17	848.08	856.02	864.00	872.02	880.08	888.17
22	896.30	904.47	912.67	920.91	929.19	937.50	945.85	954.24	962.67	971.13
23	979.63	988.17	996.74	1 005.35	1 014.00	1 022.69	1 031.41	1 040.17	1 048.97	1 057.80
24	1 066.67	1 075.58	1 084.52	1 093.50	1 102.52	1 111.58	1 120.67	1 129.80	1 138.97	1 148.17
25	1 157.41	1 166.69	1 176.00	1 185.35	1 194.74	1 204.17	1 213.63	1 223.13	1 232.67	1 242.24
26	1 251.85	1 261.50	1 271.18	1 280.91	1 290.67	1 300.46	1 310.30	1 320.17	1 330.07	1 340.02
27	1 350.00	1 360.02	1 370.07	1 380.17	1 390.29	1 400.46	1 410.66	1 420.91	1 431.18	1 441.50
28	1 451.85	1 462.24	1 472.67	1 483.13	1 493.63	1 504.17	1 514.74	1 525.35	1 536.00	1 546.69
29	1 557.41	1 568.17	1 578.97	1 589.80	1 600.67	1 611.58	1 622.52	1 635.50	1 644.52	1 655.58
30	1 666.67	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Wielkość zwisu. Czasami potrzeba obliczyć zwis taśmy, t. j. odległość pionową pomiędzy najniższym punktem linii łańcuchowej, a cięciwą, łączącą sąsiednie punkty podparcia. Otrzymuje się ją dla celów praktycznych z wzoru:

$$\text{wielkość zwisu} = y = \frac{w l^2}{8 t},$$

gdzie w , l i t są temi samymi wielkościami, co i we wzorze dla poprawki długości, wynikającej ze zwisu (patrz str. 132).

Naprzykład, biorąc znowu taśmę Nr. 922, podpartą w trzech punktach, pod napięciem 15 kg:

$$y = \frac{25.6 \times 25^2}{8 \times 15000} = 0.1333 \text{ m.}$$

POPRAWKI, WYNIKAJĄCE ZE SPOSOBU PODPARCIA TAŚMY, ORAZ POPRAWKI NA ZMIANĘ CIĘŻARU TAŚMY.

Zmiana rzeczywistej długości taśmy, wynikająca ze zmiany ilości podpór, może być określona przez podstawienia do wzoru poprawki na zwis różnych wartości na n i l , wobec tego, że zmiana ilości podpór nie wpływa dostrzegalnie na rozciąganie taśmy. Zmiany rzeczywistej długości taśmy, wynikające ze zmiany ciężaru taśmy na je-

dnostkę długości, albo też z powodu nierównej odległości pomiędzy podporami, mogą być otrzymane przez odpowiednią zmianę wielkości w i l w tym samym wzorze. Wilgoć lub smar na taśmie zmienia jej wagę od 1% do 10%. Zupełnie wilgotna taśma inwarowa jest o 10% cięższa, niż sucha, a po silnem wstrząśnięciu dla zrzucenia kropel wody, jeszcze jest od 1% do 2% cięższa, niż normalnie. Wzrost wagi taśmy o 1% zmienia jej długość około 1:70 000. *Podstawy nie należy mierzyć w czasie deszczu lub gęstej mgły.*

DANE SPRAWDZANIA.

Dane sprawdzania taśm są dostarczane oddziałom polowym zazwyczaj w postaci następującego świadectwa:

Służba Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych Stanów Zjednoczonych, 50-metrowa taśma inwarowa Nr. 922.

Długość przy napięciu poziomem, równem 15 kg i przy podparciu taśmy w trzech punktach, na metrze: 0, 25 i 50:

(0 do 50 metrów) = 49.99654 metrów przy 27^o.4 C.

Przy podparciu taśmy w pięciu punktach, na metrze: 0, 12.5, 25.0, 37.5 i 50:

(0 do 50 metrów) = 49.99945 metrów przy 27^o.4 C.

Przy podparciu taśmy na całej długości (wartość, wyliczona z obserwacji taśmy, podpartej w trzech i pięciu punktach):

(0 do 50 metrów) = 50.00046 metrów przy 27^o.4 C.

Dla pierwszego i drugiego z powyższych warunków termometry, z których każdy ważył 45 gramów, były przymocowane podczas badań na taśmie w odległości 1 m od kreski końcowej¹⁾.

Spółczynnik rozszerzalności termicznej = 0.00000104 na 1^o C.

Masa na metr = 25.6 gramów.

Wobec tego, że taśmy zostały sprawdzone przy podparciu w 3 i 5 punktach i wzdłuż całej długości taśmy pod napięciem 15 kg, poprzednio podane wzory znajdują zastosowanie jedynie tylko w wypadkach użycia innej ilości podpór, kiedy potrzeba zastosować poprawki na małe zmiany napięcia, albo kiedy należy prześledzić wpływ małych zmian w którymkolwiek z wielu czynników, wpływających na długość taśmy.

TARCIE NA PODPORACH.

Przy odpowiedniem obsłudze taśmy, błąd wynikający z tej przyczyny jest znikomy. Przed rozpoczęciem naciągania taśmy, uchwyty, łączące taśmę z tulejką rozciągacza, powinny być umieszczone tak

¹⁾ Wpobliżu jednego końca ostatniej kreski końcowej na każdej taśmie jest wyryte małe x albo v. Ten właśnie koniec kreski podziałowej ma być używany we wszystkich porównaniach i pomiarach.

wysoko, ażeby taśma znajdowała się mniej więcej o milimetr nad wierzchołkiem pala wtedy, gdy napięcie zostanie doprowadzone do normalnej wielkości. Często zachodzi potrzeba zwolnienia napięcia i uregulowania wysokości pod zmniejszonym napięciem. Nigdy nie można dopuścić do przeciągania taśmy po tylnym palu, wobec niebezpieczeństwa poruszenia pala, posiadającego już znak z poprzedniej taśmy. Kiedy taśma pod napięciem znajdzie się już w równowadze i dokładnie nad palem, obniża się ją dotknięciem palca do położenia dla odczytu.

Jeżeli, jako podpora środkowa, został użyty pal z gwoździem, pomocnik środkowy doprowadza wibrującą taśmę w czasie napinania na góźdz zapomocą lekkich stuknięć małym patykiem. W większości wypadków wystarczy to dla usunięcia większego tarcia pomiędzy taśmą i gwoździem. Lepszy jednak sposób polega na powieszeniu taśmy na drucianem strzemieniu parucentymetrowej długości, zawieszonym na środkowym gwoździu w ten sposób, aby miało swobodny ruch w kierunku długości taśmy.

POPRAWKA NA TEMPERATURĘ.

Dla większości taśm inwarowych, wpływ błędów, wynikających ze zmian temperatury, nie jest zgoła znikomy. Doświadczenia wykazały, że w dni słoneczne odczyty na przymocowanych do taśm termometrach mogą się różnić o 3° lub 4° od rzeczywistej temperatury taśmy. Przy współczynniku rozszerzalności termicznej dla taśmy inwarowej 1:1 000 000 na 1° C, błąd temperatury 4° C wpłynie na mierzoną długość w stosunku 1:250 000. W dnie pochmurne różnica temperatury termometru i taśmy jest zazwyczaj mniejsza od 1°. Współczynnik rozszerzalności używanej taśmy określa dostatecznie troskę, z jaką należy sprawdzać błąd temperatury. Opóźnienie ruchu termometru wynika częściowo z braku ścisłego kontaktu pomiędzy taśmą, a bańką rtęciową, ale prawdopodobnie zależy jeszcze więcej od różnicy w szybkości nagrzewania taśmy i kolumny rtęci, zawartej w rurce szklanej termometru, od promieniowania ziemi i bezpośredniego wpływu promieni słonecznych. Najlepsza metoda zmniejszenia wpływu ruchu termometru polega na dokonywaniu jednej połowy pomiaru podstawy przy temperaturach rosnących, a drugiej połowy przy temperaturach malejących, na tej zasadzie, że ruch w obu wypadkach jest w przybliżeniu równy co do wielkości, ale odwrotny co do kierunku.

Przy tej metodzie obliczone długości obydwu pomiarów będą się więcej różnić pomiędzy sobą, ale średnia wartość będzie bliższa prawdziwej. Taśmy inwarowe praktycznie mogą mieć współczynnik

rozszerzalności równy zero, jednakże taśmy o bardzo niskim współczynniku posiadają wielką niestałość układu molekularnego i podlegają nagłym zmianom długości.

Przy odczytywaniu termometrów należy je unieruchomić, chwytając taśmę rękami o parę centymetrów po obu stronach termometru, bacząc, aby nie dotknąć termometru rękoma, ani oddechem.

Termometry powinny być tej samej wagi, co używane przy sprawdzaniu taśmy i w ten sam sposób umocowane na taśmie. Wzór dla obliczenia zmiany długości, wynikającej ze zmiany wagi termometrów, albo zmiany ich położenia na taśmie został obliczony przez Waltera D. Lamberta, matematyka Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych. Wzór ten ma następujący kształt:

$$s - s_0 = \left(\frac{a^2 - h^2}{2c^2} \right) \left(l + \frac{l^2}{2d} \right),$$

gdzie s jest długością linii łańcuchowej z przymocowanym termometrem, s_0 długością bez termometru, a — połową odległości pomiędzy podporami, h — odległością od środka linii łańcuchowej do punktu przymocowania termometru, $c = \frac{T}{m}$, gdzie T stanowi napięcie, a m

wagę na jednostkę długości taśmy, a $l = \frac{P}{m}$, gdzie p stanowi wagę

termometru, a m to samo, co powyżej. Dla taśmy 50-metrowej, o wadze 25 g/m, podpartej w trzech punktach (0, 25 i 50 m), posiadającej dwa termometry, każdy o wadze 25 g, przymocowane na odległości 1 metra od kresek końcowych i przy napięciu 15 kg, wzór ten daje:

$$s - s_0 = \left(\frac{12.5^2 - 11.5^2}{2 \left(\frac{15.000}{25} \right)^2} \right) \left(\frac{25}{25} + \frac{\left(\frac{25}{25} \right)^2}{25} \right) = 0.0000347 \text{ m.}$$

Stanowi to wartość dla połowy taśmy i dla całej taśmy musi być pomnożone przez dwa. Przyjmując $p = 46$ g, $s - s_0$ będzie się równać 0.0000643 m. Wskutek tego zmiana długości, wywołana zmianą wagi termometrów z 25 g na 45 g, wynosi 0.0000592, czyli około 1 : 840 000 długości taśmy.

PARALAKSA PRZY ODCZYTACH.

W czasie całego pomiaru podstawy, odczyty na przednim końcu taśmy powinien wykonywać jeden i ten sam obserwator, ponieważ błąd nastawiania ma skłonność do zachowania stałej wielkości i kie-

runku dla każdego obserwatora. Jeżeli więc obserwator, dokonywując odczytów, pozostaje zawsze z tej samej strony taśmy i pali, błędy odczytów, powodujące powiększenie długości przy pomiarze w jedną stronę, spowodują skrócenie jej przy pomiarze odwrotnym. Przyjmujemy, że przy obserwacji koicyndencji kresek na tylnym końcu taśmy nie zachodzi zjawisko paralaksy, a jeżeli nawet zachodzi, to w tak nieznacznym stopniu, że można go nie brać pod uwagę.

WPLYW WIATRU.

Błąd, spowodowany przez wiatr, odchylający taśmę w kierunku poziomym, posiada zawsze ten sam znak i powoduje powiększenie mierzonej długości. Wiatru słabego, zaledwie poruszającego taśmę, nie trzeba brać pod uwagę, jednakże, jeżeli pozioma odchyłka taśmy od linii, łączącej podpory, jest znaczna, pomiary powinny być albo odłożone, albo też należy powiększyć liczbę podpór. Jeżeli ilość podpór została zwiększona, należy wtedy staranniej wykonywać poziome ustawienie wierzchołków pali dla uniknięcia wprowadzenia większych błędów nachylenia.

POMYŁKI.

Numerowanie pali i zapisywanie ich numerów do dziennika pomiaru podstawy i dziennika niwelacji faktycznie wyklucza możliwość zagubienia długości taśmy. Jednakże istnieje możliwość błędów, albo wreszcie pomyłek, jeżeli wykazy przesunąć taśmy wprzód i ułamkowych długości taśmy, nie są podane jasno i wyraźnie we wszystkich dziennikach pomiarów. Chociaż bowiem istnieje możliwość kompensacji błędów, wynikających z zapisania małych przesunięć taśmy wprzód, jako przesunięć wstecz, albo naodwrot, i przesunięcia te przy pomiarach w kierunku tam i zpowrotem mogą posiadać podobne błędy o tej samej w przybliżeniu wielkości, jednakże postępując ostrożnie i stosując zwykły system wyraźnego powtarzania przez pisarza wszystkich zapisywanych danych, prawdopodobieństwo niewykrycia takiego błędu można raczej odrzucić.

Istnieje jednakże jedna zasada, która niezmiennie musi być zachowywana. Każda niezgodność w dziennikach, czy to pomiaru podstawy, czy niwelacji, *musi być sprawdzona przez pomiar w polu*, nawet wtedy, gdy kierownik partji sądzi, że zdołał odkryć przyczynę niezgodności przez zbadanie dzienników.

Dodatkowa kontrola zagubienia długości taśmy w wykazach, albo zapisania połowy taśmy, jako całej, polega na pomierzeniu podstawy

zgrubsza 90 metrową (300 stóp) taśmą, ze sprawdzaniem na każdym końcowym znaku odcinka. Dwóch ludzi może to szybko wykonać, a uzyskana pewność wynagrodzi stracony czas.

Pomiędzy innymi możliwymi przeoczeniami, należy wymienić użycie 10 kg napięcia, zamiast przepisanego 15 kg, co jest możliwe wskutek tego, że wskazówka tarczy dynamometru za jednym obrotem notuje 5 kg. Wpływ tego błędu wynosi około 6 lub 7 mm na długość taśmy. Możliwość popełnienia tego przeoczenia będzie znacznie mniejsza, jeżeli zarówno napinacz przedni, jak i obserwator przedni, będą sprawdzać napięcie za każdym razem po doprowadzeniu go do przepisanej granicy, spoglądając na wyciąg dynamometru, na którym są zaznaczone linje 5, 10 i 15 kg. Znak 15 kg powinien być zaznaczony białą kreską, dla odróżnienia go od innych.

Jeżeli taśma w czasie przesuwania wprzód trze się o pal z wyznaczoną kreską przednią, może to spowodować błąd. W podobnym wypadku należy powtórzyć przed dalszym posuwaniem się naprzód poprzedni pomiar długości taśmy. Każde poruszenie pala, posiadającego końcowy znak odcinka, możemy poznać zazwyczaj po niezgodności pomiędzy pomiarami wprzód i wstecz dwóch przyległych odcinków. Błędy te posiadają wtedy odwrotne znaki i w przybliżeniu tę samą wartość.

POMIAR PO SZYNACH KOLEJOWYCH.

Przy ciągach I rzędu podstawy mogą być mierzone po szynach kolejowych, użytych dla podparcia taśmy wzdłuż całej jej długości. Nie jest to zupełnie zadawalniające z tego powodu, że pomiędzy taśmą i szyną istnieje tarcie, niedające możliwości wprowadzenia odpowiednich poprawek. Błąd, spowodowany tem tarcie, wynosi 3 do 5 mm, ale zmienia się w zależności od stanu szyn. Jeżeli pomiar podstawy I rzędu wykonywany jest po szynach, należy dla zmniejszenia tarcia umieszczać pomiędzy taśmą, a szyną małe drewniane wałki.

Np. taśma Nr 922 przy napięciu 15 kg, podparta wałkami o średnicy 6 cm w trzech punktach $8\frac{1}{3}$ m, 25 m i $41\frac{2}{3}$ m, została o tyle uniesiona dogóry, że po przyłożeniu końcowych kreszek do szyny nie opierała się nigdzie pomiędzy podporami o szynę.

Ponieważ szyny zawsze są cokolwiek nierówne, wałki powinny mieć wymiary nieco większe, niż przytoczone powyżej, jednak tylko o tyle, aby umożliwić przyłożenie taśmy w punktach końcowych do szyny. Jeżeli taśma nie została sprawdzona dla takiego systemu podpór, muszą być obliczone i wprowadzone poprawki na zwis taśmy.

*POMIAR TAŚMAMI.
PERSONEL I JEGO OBOWIĄZKI.*

Dla wykonania pomiaru 50-metrową taśmą zazwyczaj potrzeba sześciu ludzi. Nazywają się oni, jak następuje: obserwator przedni, obserwator tylny, napinacz przedni, napinacz tylny, pomocnik środkowy i pisarz. Poza pisarzem, który musi posiadać specjalne kwalifikacje, odpowiednie do swoich czynności, także kwalifikacje pozostałego personelu, pod względem doświadczenia i zdolności, muszą odpowiednio do różnorodnych zadań czynić zadość warunkom, podanym powyżej. Zazwyczaj kierownik partji dokonywa odczytów przednich, ponieważ przy tem może najlepiej dozorować manipulacji taśmą i czuwać nad prawidłowym przebiegiem pomiarów. Jeżeli to jest możliwe, lepiej jest powierzyć wykonywanie obydwu odczytów ludziom doświadczeńszym. Jeżeli część personelu stanowi materiał niedoświadczony, należy przed rozpoczęciem właściwego pomiaru podstawy, zmierzyć 1 lub 2 kilometry dla praktyki. Podczas pracy przygotowawczej kierownik partji, albo którykolwiek z doświadczonych pracowników, ćwiczy kolejno każdego pracownika w szczegółowym wykonywaniu jego obowiązków. Poniżej, poczynając od najłatwiejszych, są zestawione środki ostrożności, których należy przestrzegać na poszczególnych posterunkach.

Pomocnik środkowy w czasie posuwania się naprzód podtrzymuje środek taśmy wysoko nad ziemią, umieszcza taśmę podczas napinania na środkowej podporze, stosując potrzebne środki ostrożności dla zredukowania wpływu tarcia na podporze środkowej na rzeczywistą długość taśmy, pilnuje, aby taśma nie stykała się z zielskiem, chróstem, albo innymi przeszkodami, zwraca uwagę pisarzowi na wszystkie podpory środkowe, oznaczone, jako „załamania spadu”, przenosi i umieszcza taśmę w ten sposób, aby nie było na niej skręceń i zwraca uwagę, aby podpora środkowa znajdowała się nie dalej, niż na jeden decymetr od środkowego znaku taśmy. Jeżeli, jako podpora środkowa, jest użyty gwóźdź, należy w celu zmniejszenia tarcia na gwoździu szybko i lekko stukać w dolną powierzchnię taśmy, w pobliżu podpory, niezbyt grubym patykiem dopóty, dopóki obserwator przedni, nie zawoła „gotów”. Uderzeń tych należy zaprzestać podczas wykonywania przedniego odczytu. Jeżeli, jako podpora środkowa, została użyta pętlica druciana, albo jakieś inne podwieszenie, pomocnik środkowy umieszcza na niej taśmę i uważa, aby podpora zwisała swobodnie i pionowo.

Napinacz tylny podczas napinania utrzymuje taśmę zapomocą tylnej dźwigni napinającej tak, aby tylny znak końcowy taśmy wy-

padał naprzeciwko, albo trochę z przodu znaku na miedzianej płytce wskaźnikowej tylnego palika. Zbliżając się do tylnego palika, zatyka tylny kostur mocno w ziemię w odpowiedniej odległości od tylnego palika, dokładnie na linii palików, zsuwając jednocześnie skórzaną pętlicę, przytrzymującą kółko taśmy, do odpowiedniej wysokości na kosturze w ten sposób, aby po doprowadzeniu napięcia do przepisowej wielkości, taśma znajdowała się o parę milimetrów nad wierzchołkiem palika. Taśma przy naciąganiu nigdy nie powinna ocierać się o górną powierzchnię palika. Ażeby zachować nieruchome położenie kostura najlepiej trzymać jego wierzchołek w tyle za jednym ramieniem, z ciałem podanym naprzód. Jedna noga, wysunięta w przód, powinna opierać się o ostrze kostura. Przy odpowiednim doświadczeniu wszystkie te ruchy mogą być tak skoordynowane, że będą wykonane w kilka sekund i napinacz tylny może już w chwili napinania utrzymywać tylny znak taśmy we właściwym położeniu. Z tą chwilą, kiedy obserwator zawoła „znak” i termometry zostaną odczytane, napięcie się zwalnia. Taśmę przenosi się odrazu naprzód, bez odczepiania jej od tylnego kostura, jedynie tylko napinacz tylny naciąga odpowiednio taśmę, aby nie dotykać nią ziemi.

Napinacz przedni napina taśmę w czasie pomiarów przy pomocy dynamometru, połączanego z przednim kosturem. W czasie ruchu naprzód niesie przedni kostur i dynamometr, odczepiony od taśmy. Przy odpowiednim pośpiechu osiąga on zazwyczaj palik przedni na czas, aby sprawdzić pionowe i poziome ustawienie środkowej podpory, celując wtył po głowicach palików, zanim obserwator przedni z przednim końcem taśmy dojdzie do palika. Kontrola ta jest konieczna dla sprawdzenia, czy paliki nie poruszyły się od ostatniego wytyczenia. Kiedy taśmę przenosi się naprzód, napinacz przedni przenosi w jednej ręce dynamometr w położeniu poziomym, trzymając hak w ten sposób, aby taśmę można było szybko zaczepić. Kiedy taśma zostanie zaczepiona, ustawia kostur w linii palików w odpowiedniej odległości od przedniego palika i rozpoczyna równomiernie napinanie, z początku szybko, a w miarę zbliżania się do 15-kilogramowego napięcia, coraz wolniej. Należy unikać szarpania, ponieważ może to uszkodzić dynamometr, lub taśmę. Używając kostura w taki sam sposób, jak to zostało opisane dla tylnego napinacza i przytrzymując jedną ręką dynamometr w ten sposób, aby wyciąg zwisał swobodnie, napinacz przedni po zastosowaniu właściwego napięcia może szybko doprowadzić taśmę do równowagi, poczem dopiero zawiadamia przedniego obserwatora, że napięcie jest prawidłowe. Taśma po doprowadzeniu napięcia do właściwej granicy powinna zaledwie tylko dotykać głowicy przedniego palika, nie może trzeć się o nią, gdyż inaczej pełne napięcie nie przejdzie równomiernie na całą

taśmę. Należy uważać, aby kostur przy napinaniu poruszał się w płaszczyźnie pionowej palików, w przeciwnym bowiem razie dynamometr będzie się skręcał i wyciąg będzie podlegał tarcu. Napięcie powinno stale wynosić 15 kilogramów, czego należy ściśle pilnować, to też, skoro tylko wskazówka tarczy wskazuje, w chwili kiedy obserwator przedni woła „znak”, więcej, niż 20 gramów ponad 15 kilogramów, napinacz przedni natychmiast powinien zawiadomić o tem obserwatora



Fig. 55. Pomiar podstawy. Nastawianie tylnej kreski końcowej.

przedniego w celu powtórzenia odczytu. Jeżeli w chwili słowa „znak” napięcie jest dobre, należy je szybko, ale równomiernie zwolnić, w tym czasie, gdy obserwator przedni odczytuje przedni termometr. Następnie obserwator przedni odzepia dynamometr od połączenia z taśmą w taki sam sposób, jak przy połączeniu, poczem rozpoczyna się posuwanie do następnego położenia.

Obserwator tylny dokonywa tylnego odczytu i odczytuje tylny termometr. Kiedy taśma została przeniesiona do nowego położenia, doprowadza ją do równowagi z chwilą ustawienia tylnego kostura i rozpoczęcia napięcia, oraz pilnuje, aby taśma nie tarła się o głowicę tylnego palika. W czasie napinania zwraca uwagę napinaczowi tylnemu, czy trzeba zwolnić, czy też naciągnąć taśmę. Stojąc tuż naprzeciwko znaku płytki miedzianej, przybitej do górnej powierzchni palika, chwyta mocno taśmę przez rękawiczkę między kosturem i znakiem, dotykając jej lekko drugą ręką z przeciwnej strony palika dla doprowadzenia jej do równowagi. Poczem dopiero może zniżyć taśmę i doprowadzić

dokładnie naprzeciw siebie znak na taśmie i na miedzianej płytce. Oczywiście przed znizeniem taśmy trzeba koniecznie, aby jej znak znajdował się nieco przed znakiem na płytce. W ten sposób należy obydwaj znaki utrzymywać naprzeciwko siebie dopóty, dopóki obserwator przedni zawoła „gotów”, tylny obserwator „dobrze” a obserwator przedni odpowie „znak”, zaznaczając zakończenie pomiaru długości taśmy.

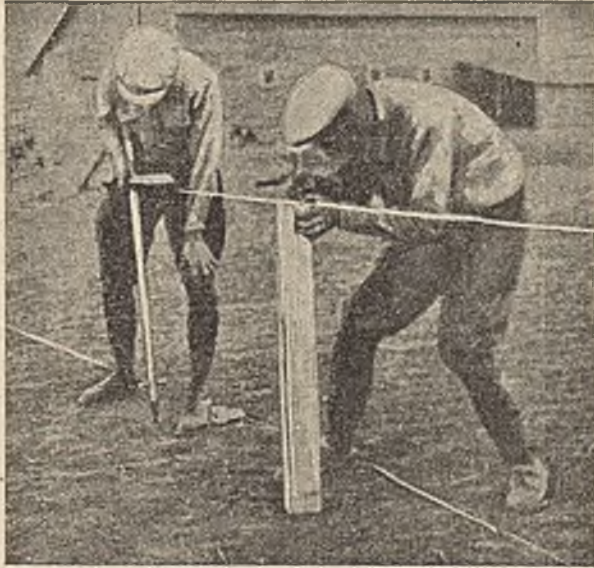


Fig. 56. Pomiar podstawy.
Nastawianie przedniej kreski końcowej.

Całkowite postępowanie należy powtórzyć, o ile po okrzyku „gotów”, lub „dobrze” przed daniem następnej odpowiedzi upłynie więcej, niż parę sekund. Natychmiast po okrzyku „znak”, obserwator tylny odczytuje swój termometr, a taśmę przynosi się naprzód do następnego położenia, chyba że z przedniego końca taśmy zawołają „stój” lub „napięcie”.

Obserwator przedni ma najtrudniejszą i najważniejszą pracę przy każdym zakładaniu taśmy, ponieważ on to decyduje, czy wszystkie warunki, wpływające na taśmę, jako na jednostkę pomiaru, zostały wypełnione, sprawdzając osobiście przed dokonaniem odczytu przedniego, czy taśma znajduje się we właściwej równowadze, pod właściwym napięciem i czy jest odpowiednio podparta. Prócz tego niesie on, idąc naprzód, przedni koniec taśmy, regulując w ten sposób w znacznej mierze przebieg pracy. Jego czynności w czasie pomiaru są następu-

jące: z chwilą dojścia do palika, obniża on przedni koniec taśmy zponad ramienia i łączy kółko z hakiem dynamometru, chwytając i zakładając hak w ten sposób, ażeby połączenie osiągnąć jednym ruchem. Wtedy cofa się szybko wzdłuż linii pali, ustalając taśmę w jej właściwym położeniu trochę ponad górną powierzchnią palika, wzdłuż płytki miedzianej. Podczas gdy napięcie jest doprowadzane do wymaganej wielkości i taśma znajduje się w pobliżu stanu równowagi, umieszcza on koniec ostrego, symetrycznie zakończonego szydła na skraju płytki miedzianej od strony taśmy, utrzymując je naprzeciw końcowej kreski taśmy dopóty, dopóki nie przekona się, że wszystkie warunki zostały spełnione. Po rzuceniu okiem na dynamometr i na taśmę woła „gotów”, jak opisano powyżej. Po otrzymaniu od tylnego napinacza odpowiedzi „dobrze”, znaczy szydłem kreskę na miedzianej płytce, wołając po jej zaznaczeniu „znak”.

Znak należy wykonywać z zachowaniem różnych środków ostrożności. Szydło musi być bardzo ostre, nie może ono *nigdy* dotknąć taśmy w okolicy końcowej kreski; oko obserwatora, końcowa kreska taśmy i całe szydło, muszą być doprowadzone do tej samej mniej więcej płaszczyzny pionowej, a znak musi być wykonany przez obserwatora zapomocą ruchu szydła od siebie, aby otrzymywać zawsze ten sam błąd paralaksy. Dla ułatwienia obserwatorowi tylnemu nastawienia, znak powinien się zaczynać na samej krawędzi płytki miedzianej.

Nie stosuje się linijki do rysowania szydłem prostej kreski, ponieważ stwierdzono, że tylny obserwator popełnia mniejszy błąd, nastawiając końcową kreskę taśmy na końcowy punkt rysy, bez brania pod uwagę pozostałej części rysy, niż to wywoła niedokładność ustawienia na jednej linii ostrza szydła i kreski końcowej przy użyciu linijki.

Dla uniknięcia pomyłek, kreski, zaznaczane na płytce podczas drugiego pomiaru, przekreśla się raz, a podczas trzeciego pomiaru — dwa razy. Przy pierwszym pomiarze kreski końcowe odcinków oznaczamy na płytce miedzianej znakami specjalnymi.

Po dojściu do końcowego pala każdego odcinka przy drugim pomiarze, rozpoczynamy pomiar następnego odcinka od kreski końcowej odcinka, wyznaczonej przy pierwszym pomiarze, przesuując w tym celu taśmę wprzód lub wtył.

Dla uniknięcia małych odległości kresek z dwóch pomiarów na płytkach miedzianych, lepiej jest często przy rozpoczynaniu pomiaru nowego odcinka, cofnąć taśmę od kreski końcowej odcinka o mniej więcej centymetr.

Obserwator przedni, natychmiast po podaniu „znak” obserwatorowi tylnemu, odczytuje po zwolnieniu taśmy termometr przedni, odzepia przedni koniec taśmy od dynamometru i rusza z taśmą naprzód do

następnego punktu. Jeżeli podczas nastawiania kreski końcowej, taśma jest zawsze podtrzymywana tą ręką, która jest skierowana ku tyłowi, uniknie się niebezpieczeństwa przekręcenia taśmy, gdyż chwytając przy odczepianiu taśmy od dynamometru rączkę uchwytu taśmy ręką skierowaną ku tyłowi, palcami wdół, można podnieść koniec taśmy na ramię bez zmiany chwytu, a na sąsiednim punkcie przyczepić znowu taśmę do dynamometru przy tem samem wzajemnem położeniu rąk. Czasami po przejściu na sąsiedni punkt i nastawieniu tylnej końcowej kreski taśmy naprzeciw kreski na płytce, może się okazać, że przednia końcowa kreska taśmy wypada przed, lub za płytką miedzianą na paliku przednim. Można wtedy, po sprawdzeniu że paliki zostały zabite prawidłowo i nie zostały poruszone, zrobić na płytce tylnego palika drugą kreskę, w takiej odległości z tyłu lub z przodu od pierwszej kreski, aby przednia końcowa kreska taśmy wypadła na płytce przedniego palika. Po usłyszeniu od obserwatora przedniego „posunięcie wprzód 3”, co oznacza, że brakuje 3 cm pomiędzy przednią kreską końcową taśmy a płytką, tylny obserwator robi na płytce kreskę w odległości 3 cm, lub więcej, wprzód od pierwszej kreski, mierzy odległość pomiędzy obu kreskami podziałką bukszpanową, podaje odległość pisarzowi, uważając, aby pisarz powtórzył ją prawidłowo, powtarza pomiar odległości dla kontroli i dopiero wtedy daje znać przedniemu obserwatorowi, że jest gotów do nastawienia na nową kreskę. Takie przesunięcia kresek winny być mierzone z dokładnością conajmniej do 0.2 mm. Jako dodatkowa kontrola pomiaru i zapisu może służyć pomiar kontrolny odległości przez pisarza i kontrola zapisu w dzienniku pomiaru przez obserwatora.

Niektóre taśmy mają wzdłuż podział pośredni, w przybliżeniu co 5 metrów, przy czem pośrednie kreski podziałowe są wyznaczone z mniejszą dokładnością. Przy użyciu takich taśm, paliki pośrednie, jak np. przy zmianie spadu, zabija się zwykle na takiej odległości od końcowych palików taśmy, aby można było większą część tej odległości t. j. wielokrotność 5 metrów, odczytać z taśmy inwarowej, a resztę pomierzyć sprawdzoną taśmą stalową. Naprzykład, gdy odległość wynosi 23 m, zabija się jeden palik na odległości 20 m, a drugi o 3 m dalej. Dwudziestometrowa odległość może być zmierzona w tym wypadku taśmą inwarową przy przepisowem napięciu 15 kg. W rubryce uwag należy wtedy zanotować sposób podparcia i temperaturę taśmy. Pozostały odcinek trzymetrowy mierzy się taśmą stalową, stosując przepisowe napięcie, które zwykle wynosi 5 kg. W rubryce uwag notuje się temperaturę i sposób podparcia taśmy. Przy każdym takim pomiarze należy również zanotować, której części taśmy użyto przy pomiarze. Np. odległość 20 m może być

mierzona, albo od kreski 50-metrowej do 30-metrowej, albo od kreski zerowej do 20-metrowej, odległość zaś pomiędzy dwoma parami tych kresek może być według danych sprawdzania różna.

Pisarz powinien być człowiekiem doświadczonym. W przeciwnym razie kierownik partji powinien często sprawdzać zapisy, szczególnie przy załamaniach spadów i przesunięciach taśmy wprzód lub wtył. Od pisarza zależy uniknięcie grubych błędów, jak opuszczenie, lub dodanie całej taśmy, zapisanie połówki taśmy, jako całości, lub przesunięcia wprzód, jako przesunięcie wtył. Po przybyciu na nowy punkt powinien on zapisać numer palika, oznaczony na nim kredą i porobić wszystkie notatki, niezbędne do wyraźnej i prawidłowej interpretacji dziennika pomiaru. W wypadku, gdy obserwator przedni jest człowiekiem doświadczonym, obowiązki pisarza może wziąć na siebie kierownik partji, gdyż ma on wtedy możliwość nietylko notowania wyników, lecz także kontrolowania każdego pracownika w czasie pracy i udzielania niezbędnych wskazówek praktycznych.

O ile wzdłuż podstawy można przejechać samochodem, kierowca samochodu może zaoszczędzić partji sporo czasu, mając w swej pieczy dodatkowe taśmy, instrumenty, paliki, przygotowując pomost do przejścia z taśmami przez przeszkody terenowe i rozwijając taśmy. Taśma powinna być rozwinięta na 10 do 15 minut przed rozpoczęciem pomiaru, celem przyjęcia temperatury powietrza. Lepiej jest taśmę powiesić na krzakach lub palikach, aniżeli kłaść ją na ziemi.

FORMULARZE POMIAROWE I OBLICZENIOWE.

Do zapisywania wyników pomiaru taśmami używa się wzoru 590, a do zapisywania wyników niwelacji wzoru 634. Obliczenia długości poszczególnych odcinków podstawy dokonywamy na wzorze 589. Do obliczenia wysokości punktów i do obliczenia poprawek na nachylenie, stosujemy wzór 635. Przykłady wypełniania tych formularzy są podane na fig. 57 i 58.

Objaśnienie wzoru 590 (Pomiar podstawy). Przy zapisie pomiarów taśmami według wzoru 590, mamy zanotowane odczyty termometrów: dwóch termometrów przy pełnej długości taśmy i jednego przy długości ułamkowej. Każda ułamkowa długość taśmy powinna być zapisana w osobnej linii, a nie na tej samej, co całkowita długość taśmy. Numeracja palików powinna całkowicie wykazywać pełne i ułamkowe długości taśmy (Patrz str. 123 o systemie numeracji). Warunki szczególne powinny być zanotowane w uwagach.

Wzór 634 (Niwelacja linii podstawy). Przykład podaje sposób zapisywania wyników niwelacji przy użyciu łąty z podziałką metrową po

jednej i stopową po drugiej stronie. Przy użyciu takiej łąty wystarcza niwelacja pojedyncza z odczytywaniem na każdym stanowisku obu stron łąty, zapisując metry, jako wyniki niwelacji w jednym kierunku, a stopy, jako wyniki w kierunku odwrotnym. Przy użyciu łąty o jednostronnym podziale musimy przeprowadzić niwelację dwukrotnie: tam i z powrotem. Numeracja palików w tym formularzu powinna odpowiadać numeracji we wzorze 590. Należy pamiętać o zaniwelowaniu wszystkich załamów spadu i końców ułamkowych długości taśm; wszystkie te punkty powinny być wykazane w dzienniku niwelacji. W rubryce

89					90				
Ministerstwo Handlu Sl. Pom. Brz. i Geod. Wzór 634.					NIWELACJA PODSTAWY				
Od Δ Baza Wsch. Do Palik Nr 20.					Od Δ Baza Wsch. Do Palik Nr 20.				
Pomiar wprzód					Pomiar wstecz				
Data: 7/7/24	Instrument 95	Łaty 118			Data: 7/7/24	Instrument 95	Łaty 118		
Punkt	Odczyt wstecz	Odczyt wprzód	Różnica	Uwagi	Punkt	Odczyt wstecz	Odczyt wprzód	Różnica	Średnia
	m.	m.	m.			stóp	stóp	stóp	m. m.
Δ B. W.	2.754				Δ B. W.	9.035			m. m.
Δ B. W. + 20		2.438 + 0.316			Δ B. W. + 20	7.999 + 1.036 + 0.316 + 0.316			
1		2.004 + 0.434			1	6.575 + 1.424 + 0.434 + 0.434			
2		1.937 + 0.067			2	6.354 + 0.221 + 0.067 + 0.067			
3		1.540 + 0.397			3	5.052 + 1.302 + 0.397 + 0.397			
4		1.309 + 0.231			4	4.290 + 0.762 + 0.232 + 0.232			
5	2.511	1.110 + 0.199			5	8.270 3.648 + 0.642 + 0.196 + 0.198			
6		2.438 + 0.073			6	8.005 + 0.265 + 0.081 + 0.077			
6 $\frac{1}{2}$ (Z. S.)		2.440 - 0.002			6 $\frac{1}{2}$ (Z. S.)	8.105 + 0.000 + 0.000 - 0.001			
7	0.471	2.779 - 0.339			7	1.550 9.121 - 1.116 - 0.340 - 0.340			
8		0.799 - 0.328			8	2.625 - 1.075 - 0.328 - 0.328			
9		0.976 - 0.177			9	3.202 - 0.577 - 0.176 - 0.176			
10		1.273 - 0.297			10	4.176 - 0.974 - 0.297 - 0.297			
10'		1.300 - 0.027			10'	4.265 - 0.089 - 0.027 - 0.027			
11	1.647	1.738 - 0.438			11	5.404 5.712 - 1.447 - 0.441 - 0.440			
12		1.962 - 0.315			12	6.437 - 1.033 - 0.315 - 0.315			
13		1.437 + 0.525			13	4.714 + 1.723 + 0.525 + 0.525			
14		0.537 + 0.900			14	1.765 + 2.949 + 0.899 + 0.900			
15		1.734 - 1.197			15	5.692 - 3.927 - 1.197 - 1.197			
16	1.247	1.469 + 0.265			16	4.100 4.820 + 0.872 + 0.266 + 0.266			
17		1.837 - 0.590			17	6.031 - 1.931 - 0.589 - 0.590			
18		2.004 - 0.167			18	6.575 - 0.544 - 0.166 - 0.166			
19		2.540 - 0.536			19	8.330 - 1.755 - 0.535 - 0.536			
20		2.486 + 0.054			20	8.149 + 0.181 + 0.055 + 0.054			

Fig. 57. Przykład dziennika niwelacji podstawy.

„metry lub stopy” niepotrzebny wyraz wykreślić. Jest to szczególnie ważne przy użyciu łąty z podziałką jednostronną, gdyż rachmistrz przy obliczeniach biurowych nie ma innych danych do osądzenia, czy podziałka była stopowa, czy metrowa.

Wzór 635 (Obliczenie wysokości). W pierwszej rubryce tego wzoru zapisuje się numery palików, odpowiadające numerom wzoru 590 i 634. Druga rubryka zawiera odległości pomiędzy palikami, przyczem każda odległość odnosi się do palika, wpisanego na tej samej linii i palika poprzedniego. Trzecia rubryka zawiera średnią z różnic wysokości

dwóch, podanych powyżej palików. Rubryka ta ma w nagłówku napis „metry lub stopy” i tu znowu ważne jest wykreślenie nieodpowiedniego słowa. Rubryka czwarta zawiera poprawkę nachylenia do poziomu, czyli t. zw. poprawkę inklinacyjną. Poprawkę tę dla taśmy 50-metrowej można otrzymać z odpowiednich tablic. Tablice te są obliczane dla różnic wysokości w metrach i stopach, tak że w trzeciej rubryce mogą być użyte metry, lub stopy. Poprawkę dla długości mniejszych od 50 m, należy obliczać sposobami podanymi na str. 130.

Odcinek		Temperatura		Przesunięcia		Ilość podpór taśmy	Uwagi
Od	Do	prze- dni °C.	tyl- ny °C.	Wprzód m.	Wtył m.		
Δ Baza W.	Δ Baza W.	20.0	—	20.0000		2	0 — 20
Δ Baza W. prz. wprz.	1	21.3	21.0			3	
1	2	21.2	21.0			3	
2	3	20.6	20.0	0.0714		3	
3	4	21.2	21.0			3	
4	5	21.0	20.5			3	
5	6	20.0	19.8			3	
6	7	20.0	20.0			3	
7	8	20.2	20.0		0.0214	3	Zał. sp. na 6½
8	9	20.4	20.5			3	
9	10	20.6	20.6			3	
10	10 prz. wprz.	—	21.5	4.7000	0.0381	2	Taśma stalowa 872
10 prz. wprz.	11	20.7	21.0			2	Przejście wąwozu
11	12	20.8	21.0	0.0027		3	
12	13	20.8	21.0		0.0732	3	
13	14	21.0	21.0			3	
14	15	21.0	20.0			4	Podpory: 0—12½—25—50
15	16	20.8	20.5			3	
16	17	20.5	20.3			3	
17	18	20.7	20.5			3	
18	19	20.8	20.4			3	
19	20	21.0	20.5			3	

Fig. 58. Przykład dziennika pomiaru podstawy.

Suma tych poprawek dla odcinka podstawy jest wprowadzona do rubryki „Nachylenie” wzoru 599.

Bardzo ważne jest wykazanie w tym formularzu wszystkich załamień spadu i ułamkowych długości łąty, oraz obliczenie poprawki na nachylenie dla odpowiedniej odległości. Najczęstszym błędem przy obliczaniu poprawki na nachylenie jest przyjęcie zamiast rzeczywistej długości taśmy — długości 50-metrowej.

Wzór 589 (Obliczenie podstawy). Pierwszą poprawką, zawartą we wzorze 589, jest poprawka na temperaturę. Oblicza się ją w następujący sposób: poprawka temperatury = $(T - T_s) \times$ współczynnik rozszerzalności $\times 50 \times$ ilość taśm, gdzie T jest średnią temperaturą odcinka, a T_s jest temperaturą sprawdzania taśmy. Wartości T zawiera rubryka 6, są to średnie z odczytów termometrów ze wzoru 590.

MINISTERSTWO HANDLU						
SL. POM. BRZ. I GEOD.						
WZÓR 635.						
OBLICZENIE NIWELACJI						
I						
POPRAWEK NA NACHYLENIE.						
Punkt	Odległość	Średnia różnica wzniesień	Poprawka na nachylenie	Wysokość	Wysokość średnia	Uwagi
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	
Δ Baza W.				237.67		
Δ Baza W. +20	20	+ 0.316	2.5			
1	50	+ 0.434	1.8			
2	50	+ 0.067	0.0			
3	50	+ 0.397	1.6			
4	50	+ 0.232	0.5			
5	50	+ 0.198	0.4			
6	50	+ 0.077	0.1	239.39		
6½	25	- 0.001	0.0			
7	25	- 0.340	2.3			
8	50	- 0.328	1.1			
9	50	- 0.176	0.3			
10	50	- 0.297	0.9			
10'	4.6619	- 0.027	0.1			
11	50	- 0.440	1.9			
12	50	- 0.315	1.0	237.47		
13	50	+ 0.525	2.8			
14	50	+ 0.900	8.1			
15	50	- 1.197	14.3			
16	50	+ 0.266	0.7			
17	50	- 0.590	3.5			
18	50	- 0.166	0.3			
19	50	- 0.536	2.9			
20	50	+ 0.054	0.0	236.72	237.8	
			47.1			

Fig. 59. Przykład obliczenia niwelacji linii podstawy.

Wartość T_s jest podana w świadectwie Urzędu Sprawdzianów. (Patrz str. 135). Współczynnik rozszerzalności jest to zmiana długości na metr długości taśmy, przy zmianie temperatury o 1°C ; jest on także podany w świadectwie. Ilość długości taśmy jest podana w rubryce 4 i jest ona ilością pełnych długości taśm, wpisanych we wzorze 590. Dla taśm o dodatnim współczynniku rozszerzalności, poprawka na temperaturę jest dodatnia lub ujemna, w zależności od tego, czy średnia

MINISTERSTWO HANDLU
 SŁ. POM. BŻZ. I GEOD.
 WZÓR 589.

OBLICZENIE *ćwiczebnej* PODSTAWY

Odcinek	Data 1924	Kier. pom.	Taśma Nr	Długość niepopr.		Temp.	P O — P R A W K I			Długość zredukow.	Długość ostateczna	(v)	(vv)		
				Ilość taśm	Metry		Temp.	Taśmy i na zwis	Przesunięcia wprzód wtył					Na nachyl.	Na poziom morza
Δ BW do Nr 20	7/7	Wprz.	922	—	—	20.0	-0.0002	-0.0007	+20.0000	-0.0471	-0.0382	1024.4704			
	"	"	922	20	1000	20.6	-0.0071	-0.0790	-0.0586						
	"	"	872	—	—	21.5	0.0000	+0.0013	+4.7000						

Fig. 60. Przykład obliczenia podstawy.

temperatura pomiaru jest mniejsza, lub większa od temperatury sprawdzania. Niektóre taśmy mają ujemny współczynnik rozszerzalności i dla nich poprawka będzie miała znak przeciwny.

Poprawka taśmy i zwisu jest podana w świadectwie dla każdej taśmy, a przy innym sposobie podparcia, niż podano w świadectwie, należy ją obliczyć według wzorów na poprawkę zwisu. Poprawka ta jest to różnica pomiędzy 50 m i długością taśmy, podpartej w pewien określony sposób. Np. w przykładzie, wzór 590, mamy 18 taśm, podpartych w 3 punktach, 1 — w 4 punktach, 1 — w 2 punktach. Poprawkę taśmy, podpartej w 3 punktach, otrzymamy wprost z danych sprawdzania, mnożąc ją w naszym wypadku przez 18. Poprawkę taśmy, podpartej w 4 punktach, stosownie do wzoru 590, otrzymamy przez odpowiednie zestawienie częściowych poprawek dla taśm, podpartych w 3 i 5 punktach. Poprawka taśmy, podpartej w 2 punktach, musi być obliczona zapomocą wzoru na linię łańcuchową (patrz str. 132). Algebraiczną sumę tych poprawek umieszcza się w rubryce 8 ze znakiem, zależnym od tego, czy znaleziona długość taśmy jest większa, czy mniejsza od 50 m.

Rubryka 9 zawiera algebraiczną sumę przesunięć taśmy wprzód lub wtył, zapisanych we wzorze 590, uważając przesunięcia wprzód za dodatnie, a przesunięcia wtył za ujemne. W przykładzie na fig. 60 dwa wielkie przesunięcia wprzód i poprawki do nich są wpisane oddzielnie. Jednakże wszystkie przesunięcia wprzód mogą być łączone, również poprawki temperatury, taśmy i zwisu wielkich przesunięć mogą być łączone z odpowiednimi poprawkami pełnych taśm, a obliczenie całego odcinka może być wpisywane na jednej linii. Jednakże wpisanie każdego większego przesunięcia na oddzielnej linii, jak wskazano na przykładzie fig. 60, upraszcza kontrolę obliczenia.

Sumę poprawek na nachylenie otrzymuje się z wzoru 635. Algebraiczna suma niepoprawionej długości oraz wszystkich poprawek daje zredukowaną długość odcinka, a średnia ze zredukowanych długości pomiarów wprzód i wtył, daje jego ostateczną długość. Rubryki 14 i 15 służą do obliczania prawdopodobnych błędów pomiaru podstawy.

PRAWDOPODOBNY BŁĄD POMIARU.

W „Dodatku Nr 4 do Raportu z r. 1910”, str. 160—161, podana jest metoda obliczania prawdopodobnego błędu pomiaru długości podstawy, wraz z poszczególnymi wartościami prawdopodobnych błędów sprawdzania taśm, wyznaczenie współczynnika rozszerzalności i przypadkowe błędy pomiaru. Zwykle jednak błąd prawdopodobny oblicza się

metodą, opisaną poniżej. Metoda ta oparta jest na teorii, że błędy sprawdzania i wyznaczenia współczynników rozszerzalności są albo zawarte w niezgodnościach pomiędzy pomiarami odcinków, albo w nich ukryte.

Błąd prawdopodobny każdego odcinka oblicza się na podstawie następującego wzoru:

$$\text{błąd prawdopodobny} = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}$$

gdzie v jest różnicą dwóch pomiarów odcinka, a n — ilości pomiarów odcinka. Przy dwukrotnym pomiarze odcinka błąd prawdopodobny będzie się równał 0.6745 razy połowa różnicy obu pomiarów długości. Błąd prawdopodobny całej podstawy jest pierwiastkiem kwadratowym z sumy kwadratów błędów prawdopodobnych odcinków składowych.

REDUKCJA NA POZIOM MORZA.

Wobec tego, że boki sieci triangulacyjnej redukuje się na poziom morza, przed wprowadzeniem długości podstawy do wyrównania sieci także i długość podstawy musi ulec podobnej redukcji. Redukcję taką trzeba często przeprowadzać już w polu, dla porównania pomierzonej długości podstawy z długością, obliczoną przez łańcuch triangulacyjny z sąsiedniej podstawy.

Wymaga to nawiązania niwelacji podstawy do reperu niwelacji precyzyjnej i obliczenia wzniesienia ponad poziom morza podpór taśmy, dla otrzymania średniego wzniesienia całej podstawy. Przy obliczeniu należy brać tylko tyle punktów, aby dokładność wyznaczenia średniego wzniesienia odcinka podstawy wyniosła 5 m.

Wzór na redukcję na poziom morza jest następujący:

$$C = -S \frac{h}{r} + S \frac{h^2}{r^2} - S \frac{h^3}{r^3} + \dots,$$

gdzie C jest poprawką na poziom morza odcinka o długości S i średnim wzniesieniu h ; r oznacza średni promień krzywizny powierzchni ziemi dla danego odcinka. Przy redukcji w polu wystarcza użyć tylko pierwszego wyrazu tego wzoru.

Poniżej jest podane obliczenie poprawki na poziom morza, podanej w przykładzie, wzór 589, str. 150. Średnia szerokość geograficzna podstawy jest $40^{\circ}30'$, azymut 75° , stąd z odpowiedniej tablicy otrzymujemy $\log r = 6.80521$. Średnie wzniesienie, według wzoru 635, wynosi 237.8 m.

log 1 024.5	3.01051
log 237.8	2.37621
colog r	<u>3.19479</u>
log C	8.58151
C	0.0382 m.

Błąd na kilometr podstawy dla 1 m błędu we wznesieniu nad poziomem morza waha się od 0.000158 m do 0.000156 m, w zależności od szerokości geograficznej i azymutu podstawy. Odpowiada to błędowi względnemu długości od 1 : 6 329 000 do 1 : 6 410 000.

ROZDZIAŁ IV.

A Z Y M U T Y.

AZYMUTY LAPLACE'A.

Nagromadzenie błędów kątowych w łańcuchu triangulacyjnym, których pewna część o charakterze błędów stałych wywołuje skręcenie łańcucha w azymucie, powoduje konieczność wprowadzenia do wyrównania triangulacji pomiaru azymutów na pewnych punktach, zwanych punktami Laplace'a. Punkt Laplace'a jest to punkt triangulacyjny, na którym dokonano pomiaru azymutu astronomicznego i długości astronomicznej. Azymut Laplace'a jest to azymut astronomiczny poprawiony na odchyłkę pionu. Objaśnienie metody zastosowania azymutów Laplace'a do triangulacji jest podane na str. 17—21 książki pod tytułem: „Dodatkowe badania nad kształtem ziemi i izostazją w r. 1909”¹⁾.

AZYMUTY I RZĘDU.

Azymuty Laplace'a, wyznaczone na punktach triangulacyjnych I rzędu, zwane są azymutami I rzędu. Są one rozmieszczone na punktach sieci głównej co 6 do 8 figur, a wyznacza je partja triangulacyjna w czasie swych prac. Dla ułatwienia dowozu ciężkich instrumentów partji astronomicznej, wyznaczającej długości astronomiczne, należy się starać, aby na punkty Laplace'a wybierać te punkty triangulacyjne, na które można dojechać samochodem. Jeżeli niedostępność punktów triangulacyjnych powoduje konieczność wyznaczenia dodatkowego punktu na punkt Laplace'a, powinien on być nawiązany do sieci triangulacyjnej zapomocą prostego trójkąta, lecz pomiar kątów musi być dokonany z dokładnością I rzędu. Dawniej musiano umieszczać

¹⁾ John F. Hayford. Supplementary Investigation in 1909 of the Figure of the Earth and Isostasy. Washington 1910, str. 78 + 2 nlb. (prz. tłum.).

punkty Laplace'a tak, aby można było do nich przeprowadzić linię telegraficzną, lecz przy obecnem zastosowaniu przy pomiarze długości sygnałów radjowych, warunek ten jest zbędny.

Azymut na punkcie Laplace'a wyznacza się z obserwacji Polaris przy pewnym kącie godzinnym, używając jako miry punktu triangulacyjnego sieci głównej. Jako mirę bierzemy punkt triangulacyjny, obserwowany przy pomiarze kątów poziomych bezpośrednio przed nastawieniem na Polaris, tak aby uzyskać jaknajmniejsze zmiany w położeniu instrumentu pomiędzy nastawieniem na mirę i na gwiazdę. Jeżeli specjalne powody nie zmuszają nas do innego postępowania, najdogodniej będzie przy pomiarach kątów poziomych rozpocząć pomiar od kierunku pierwszego na prawo od kierunku północnego. Jako mirę bierzemy wtedy ostatni punkt na lewo od kierunku północnego, przez co Polaris znajdzie się w dogodnym położeniu kątowem w stosunku do miry. Przykład zapisywania obserwacji azymutu jest podany na str. 90. Pomiaru azymutu dokonujemy zwykle jednocześnie z obserwacją kierunków poziomych. Zaobserwowanie Polaris wymaga w przybliżeniu dwa razy więcej czasu, niż zaobserwowanie jednego punktu triangulacyjnego.

Pomiary azymutu na punkcie Laplace'a winny być przeprowadzane w ciągu co najmniej dwóch nocy. Prawdopodobny błąd ostatecznego wyniku rzadko przekracza $0''$.30. Pomiar powinien być dokonany w 22 co najmniej poczetach, z których 8 powinno być dokonanych w ciągu jednej nocy.

Poniższa metoda obserwacji Polaris pozwoli na zmniejszenie czasu potrzebnego na pomiar, jak również zmniejszy możliwość błędów i pomyłek.

Po nastawieniu i odczytaniu kierunku na mirę, należy nastawić lunetę na Polaris, w ten sposób, aby gwiazda znalazła się w środku pola widzenia lunety, mniej więcej w odległości pół minuty od pionowych nici; zaciskamy sprzęg ruchu poziomego; umieszczamy poziomnicę nasadkową na osi poziomej lunety, wołając w tym samym czasie do pisarza „uwaga”; poprawiamy nastawienie, wołając „już” dokładnie w momencie przejścia gwiazdy przez środkową nić pionową, odczytując jednocześnie położenie bańki poziomnicy, ale nie podając odczytu dopóty, dopóki pisarz, notujący czas, nie zawoła „gotów”. Po zapisaniu odczytu poziomnicy przekładamy ją i poruszamy nasamprzód mikrometryczną śrubą, podając odczyt zachodniego końca poziomnicy zawsze jako pierwszy, poczem odczyty mikrometrów pokolei i wreszcie odczyty odwróconej poziomnicy, jak zwykle najpierw koniec zachodni. Poczem przekładamy poziomnicę do pierwotnego położenia i umieszczamy na gwoździach, wbitych w tym celu na

południowej stronie stanowiska, w takim położeniu, w jakim ma być ona umieszczona później na instrumencie, skierowaną tym samym końcem na zachód, co i przy pierwszym odczycie. Nie jest to konieczne, lecz często pozwoli przy obliczeniach na wykrycie błędów w zapisywaniu.

Następnie zwalniamy sprzęg alhidady, obracamy instrument o 180° , przerzucamy lunetę przez zenit i znowu nastawiamy na Polaris, wykonywując te same czynności, co i opisane przy pierwszym nastawieniu. Ta metoda pozwala na zupełne doprowadzenie bańki poziomnicy do równowagi bez wstrzymywania obserwacji. Mając jednego pomocnika do odczytywania mikrometrów, możemy w ciągu trochę więcej niż godziny, dokonać 16 nastawień na Polaris i mirę.

Głównym środkiem ostrożności, jaki należy stosować przy obserwacjach Polaris, jest przyzwyczajenie pisarza do dokładnego notowania czasu chronometru, odpowiadającego zawołaniu „już” i następnie pozostawienie mu dostatecznej ilości czasu do zanotowania czasu bez zaprzątania jego uwagi innymi odczytami. Pisarz powinien być przyzwyczajony do wyraźnego liczenia w myśli sekundowych uderzeń chronometru, jak: dwadzieścia, pół, dwadzieścia jeden, pół, dwadzieścia dwa, pół — wymawiając jednocześnie z półsekundowymi uderzeniami chronometru, słowo, albo sylabę zaakcentowaną, oraz słowo pół. W ten sposób będzie mu łatwo zanotować z dokładnością do ćwierci sekundy moment, gdy obserwator zawoła „już”.

Przy zastosowaniu chronometru gwiazdowego zamiast średniego, nie możemy śledzić dokładnie jego uderzeń, wypadających co $\frac{1}{5}$ sekundy, lecz przy wprawie, obliczanie półsekund w myśli może być tak uregulowane, aby liczenie całej sekundy zbiegało się z momentem uchwyconego na oko przejścia wskazówki sekundowej przez kolejne kreski sekundowe na tarczy, a moment przejścia gwiazdy („już”) notuje się stosownie do odliczania. Jest to dokładniejsze, niż notowanie czasu na oko.

Dla uniknięcia błędów, spowodowanych wyprowadzeniem narzędzia z poziomu, mira, czy to będzie odległy punkt triangulacyjny, czy przedmiot pobliski, winna być, o ile możliwe, na jednym poziomie z instrumencie. Gdy mira tworzy z poziomem kąt większy od 1° , należy przy odczytywaniu kierunku na mirę, odczytywać poziomnicę nasadkową w ten sam sposób, jak przy odczytywaniu kierunku na Polaris.

W szerokościach północnych, jak np. na Alasce, należy szczególnie uważać, aby stanowisko instrumentu było stałe i nie poruszało się podczas ruchu obserwatora. Ze względu na dużą wysokość Polaris, poziomnica nasadkowa powinna być bardzo czuła i trzeba pamiętać o doprowadzeniu bańki poziomnicy do równowagi przed odczytami.

Wartość dwumilimetrowej podziałki poziomnicy przy obserwacjach azymutalnych w większych szerokościach geograficznych nie powinna przekraczać 4".

Dziennik pomiaru Polaris powinien zawsze zawierać dane o mimośrodkowym położeniu światła, lub teodolitu. Należy to zanotować nawet wtedy, kiedy niema mimośrodu. Czasami, gdy pomiar azymutu przeprowadza się oddzielnie od pomiaru kierunków poziomych, niewiadomo, czy elementy mimośrodkowe, zapisane dla pomiaru kątów poziomych, odnoszą się także do pomiarów azymutu.

AZYMUTY II RZĘDU.

Azymut, wyznaczony na punkcie triangulacyjnym I rzędu, który nie jest punktem Laplace'a, nazywa się azymutem II rzędu. Wyznacza się go celem uzyskania danych, dotyczących odchyłki pionu. Naogół, azymuty II rzędu powinny być obserwowane co 40 do 60 mil ¹⁾, chociaż jest rzeczą pożądaną obserwowanie tego azymutu na każdym punkcie, gdzie partja obserwacyjna musi pozostać dłużej, niż jedną noc, o ile mamy do tego sprzyjającą pogodę. Przy obserwacjach azymutów II rzędu stosujemy ten sam sposób postępowania, co i przy opisanych już poprzednio azymutach I rzędu, ale wszystkie obserwacje mogą być wykonane w ciągu jednej nocy. Pomiar azymutu winny być wykonany w 10 poczetach, a błąd prawdopodobny wyniku nie powinien przekraczać 0".50, chociaż na Alasce granica ta może być podwyższona do 0".65.

POPRAWKA CHRONOMETRU.

Wobec tego, że obserwacje Polaris dla pomiaru azymutu są przeprowadzane przy pewnym kącie godzinnym, musimy znać poprawkę chronometru z dokładnością do 1 sekundy. Błąd jednej sekundy czasowej spowoduje błąd kątowy azymutu Polaris w pobliżu koluminacji, wynoszący około 0".3 dla szerokości geograficznej 30° i około 0".6 dla szerokości 60°.

Czasami mamy sposobność wyznaczenia poprawki chronometru przez porównanie z sygnałami czasu z Obserwatorium Morskiego, przesyłanymi zapomocą radja lub po linjach telegraficznych, lecz sygnały te z poniżej podanych przyczyn należy uważać za niedostateczne. Wskutek zmian temperatury i nieregularnego działania sprężyny, dzienny ruch chronometru, otrzymany z następujących po sobie

¹⁾ 64 — 96 km (prz. tłum.).

porównań z sygnałami południowemi, może się bardzo różnić od rzeczywistego ruchu chronometru w okresie czasu od sygnału południowego do średniego momentu czasu obserwacji. Przewożenie chronometru z miejsca na miejsce także wpływa na zmianę ruchu. Poprawkę chronometru możemy otrzymać najdokładniej z obserwacji gwiazd w czasie bliskim czasowi obserwacji azymutu. Przy użyciu instrumentów pomiarowych partji triangulacyjnej najdogodniej będzie zastosować do wyznaczenia metodę obserwacji wysokości gwiazdy wschodniej i zachodniej w pobliżu pierwszego wertykału. Przy tej metodzie nie potrzebujemy używać katalogu gwiazd lub stosować specjalnych wykazów, a może być użyta każda gwiazda w pobliżu pierwszego wertykału, o wysokości większej od 30° , nawet gdy pokazuje się w przerwie chmur tylko na kilka minut.

Do pomiaru odległości zenitalnych gwiazd przy wyznaczaniu czasu, używamy instrumentów, stosowanych przy trygonometrycznym pomiarze wysokości, t. j. koła wierzchołkowego, podobnego do przedstawionego na fig. 23, lub koła pionowego instrumentu uniwersalnego, typu przedstawionego na fig. 17. W każdym wypadku średnica koła pionowego wynosi zwykle około 15 cm, odczyty wykonywa się na dwóch lub więcej nonjuszach o dokładności do $10''$, poziomnica jest bardzo czuła.

Metoda obserwacji zależy od tego, czy poziomnica jest przymocowana do nonjuszów, czy też do podstawek lunety, lub alhidady koła pionowego. Przy obu metodach nastawia się krzyż środkowy na gwiazdę w ten sposób, że poziomą nitkę ustawiamy nieco przed gwiazdą, pozwalając na przejście gwiazdy przez nitkę. Unikamy w ten sposób błędu, wywołanego nagłym ruchem instrumentu, gdybyśmy poruszali nitką horyzontalną dla przecięcia gwiazdy.

Postępowanie przy instrumencie z poziomnicą, przymocowaną do nonjuszów będzie następujące: Nastawiamy przecięcie nici na gwiazdę przy kole prawem, sposobem opisanym powyżej i w momencie przejścia gwiazdy przez nitkę poziomą, wołamy „już”, aby pisarz mógł zanotować czas, doprowadzamy bańkę poziomnicy na środek zapomocą leniwki przy nonjuszach, oczekujemy 3 lub 4 sekundy na jej uspokojenie, odczytujemy nonjusz, zwalniamy śrubę zaciskową nonjuszów, przerzucamy lunetę przez zenit i przy kole lewem, podobnie jak i przy kole prawem, nastawiamy lunetę leniwką w przybliżeniu na gwiazdę, wołamy do pisarza „już”, celem zanotowania czasu, ustawiamy bańkę poziomnicy na środek i odczytujemy nonjusz. Stanowi to jeden pomiar odległości zenitalnej. Następny pomiar rozpoczynamy od koła lewego i kończymy na kole prawem. Dla wyznaczenia azymutu robimy cztery pomiary odległości zenitalnej gwiazdy

zachodniej i tyleż pomiarów gwiazdy wschodniej przez obserwację Polaris. Taki sam pomiar wykonujemy po przeprowadzeniu obserwacji Polaris. Różnica pomiędzy poprawkami chronometru, otrzymanymi przy obydwu pomiarach, da nam ruch chronometru w okresie czasu obserwacyj.

Przy użyciu instrumentu z poziomnicą, przymocowaną do alhidady, lub do ramion lunety, odczytujemy położenie bańki poziomnicy. Następnie odczytujemy nonjusze przy kole prawem, doprowadzamy gwiazdę do położenia bliskiego nitki poziomej zapomocą leniwki, co nie zmieni nam odczytów nonjuszów, wołamy do pisarza „już” w momencie przejścia gwiazdy przez nitkę poziomą i odczytujemy położenie bańki poziomnicy, rozpoczynając do końca bańki, bliższego do obiektywu. Zwalniamy śrubę sprzęgową koła pionowego, przerzucamy lunetę przez zenit i przy kole lewem doprowadzamy gwiazdę do odpowiedniego położenia zapomocą leniwki nonjuszów, notujemy przejście gwiazdy, odczytujemy poziomnicę, a potem nonjusze.

Jeżeli poziomnica jest rozregulowana i po przerzucie lunety przez zenit jeden koniec bańki poziomnicy wypadnie poza podziałką poziomnicy, należy bańkę doprowadzić na środek, działając śrubami nastawniczymi. Wzajemne położenie poziomnicy i linii, przechodzącej przez 0° i 180° koła pionowego, powinno pozostać niezmienione przez cały czas obserwacji przejścia obu gwiazd dla jednego pomiaru odległości zenitalnych.

Przy użyciu koła wierzchołkowego powtarzającego należy po skończeniu jednego pomiaru przesunąć koło mniej więcej o 1° , w przeciwnym razie błąd jednego nawet odczytu spowoduje odrzucenie obu pomiarów odległości zenitalnych.

BŁĘDY PRZY OBSERWACJACH DLA WYZNACZENIA CZASU.

Zapewnienie dobrych rezultatów przy pomiarach dla wyznaczenia czasu jest trudniejsze, niż uzyskanie dobrych wyników obserwacji Polaris. Z tego powodu obserwator powinien zawsze obliczyć wyniki pomiarów dla wyznaczenia czasu, pomimo że do wyznaczenia następnych azymutów I rzędu, po obliczeniu pierwszego punktu azymutowego, wystarczy mu jedynie obliczenie na właściwym formularzu obserwacji Polaris. Obliczenie azymutów oraz pomiarów do wyznaczenia czasu jest przytoczone szczegółowo w Special Publication Nr 14¹⁾.

Poniżej są podane pewne źródła częściej spotykanych błędów oraz sposoby ich uniknięcia.

¹⁾ Patrz spis na str. 168 (przyp. tłum.).

1. *Nieprawidłowe zapisanie czasu.* Niedoświadczony pisarz winien być przeszkolony sposobami, podanymi w działach, omawiających obserwację Polaris. Nie należy go mylić przez podawanie odczytów nonjuszów lub poziomnicy, zanim nie skończył notowania czasu.

2. *Nieprawidłowy odczyt koła.* Trudność równomiernego oświetlenia nonjuszów odpowiednio jasnym światłem zwiększa możliwość nieprawidłowych odczytów. Należy starannie skontrolować minuty każdego odczytu nonjusza, gdyż błąd zachodzi częściej w odczytywaniu minut, niż stopni i sekund.

3. *Niewłaściwa gwiazda.* Błędu tego można uniknąć przez pomiarzenie zgrubsza kąta poziomego pomiędzy każdą obserwowaną gwiazdą, a Polaris, lub pewnym punktem triangulacyjnym. Należy tego bezwzględnie przestrzegać i zanotować kąt, oraz czas pomiaru dla każdej gwiazdy.

4. *Błędy refrakcji.* Odległości zenitalne poprawiamy na refrakcję według tablicy, podanej w Special Publication Nr 14. Te wartości tabliczne muszą być jeszcze poprawione na temperaturę i ciśnienie, należy więc przy każdym pomiarze zapisać odczyt termometru i barometru. Pewne niewielkie błędy, wynikające z niezbyt ścisłej wartości tablicznych poprawek, można zmniejszyć, obserwując gwiazdę wschodnią i zachodnią, o odległościach zenitalnych mało się różniących, choć pozatem błąd, pochodzący z tego źródła, dla gwiazd o wysokości większej od 30° , jest bardzo nieznaczny.

5. *Zły wybór gwiazd.* Przy użyciu gwiazd zbyt odległych od pierwszego wertykału, mogą powstać poważniejsze błędy. Dążąc do jaknajszybszego rozpoczęcia pracy, zwykle wczesnym wieczorem mamy skłonność do obserwowania pierwszej gwiazdy, jaka się tylko ukaze na niebie. Jednakże strata kwadransa lub nawet godziny niema dla szybkości pomiaru poważnego znaczenia, a pozwoli na wybranie gwiazd, które zapewnią nam znacznie dokładniejsze wyznaczenie poprawki chronometru.

6. *Paralaksa.* Wpływ paralaksy na pomiary, przeprowadzane dla wyznaczenia czasu, jest znaczny. Błąd paralaksy dla gwiazd wschodnich ma prawie zawsze znak przeciwny, niż dla gwiazd zachodnich. Bardzo więc ważną rzeczą jest obserwacja gwiazdy wschodniej i zachodniej o odległościach zenitalnych, niewiele różniących się, dla każdego pomiaru czasu, gdyż wtedy średnia z tych dwóch pomiarów będzie wolna od błędu paralaksy.

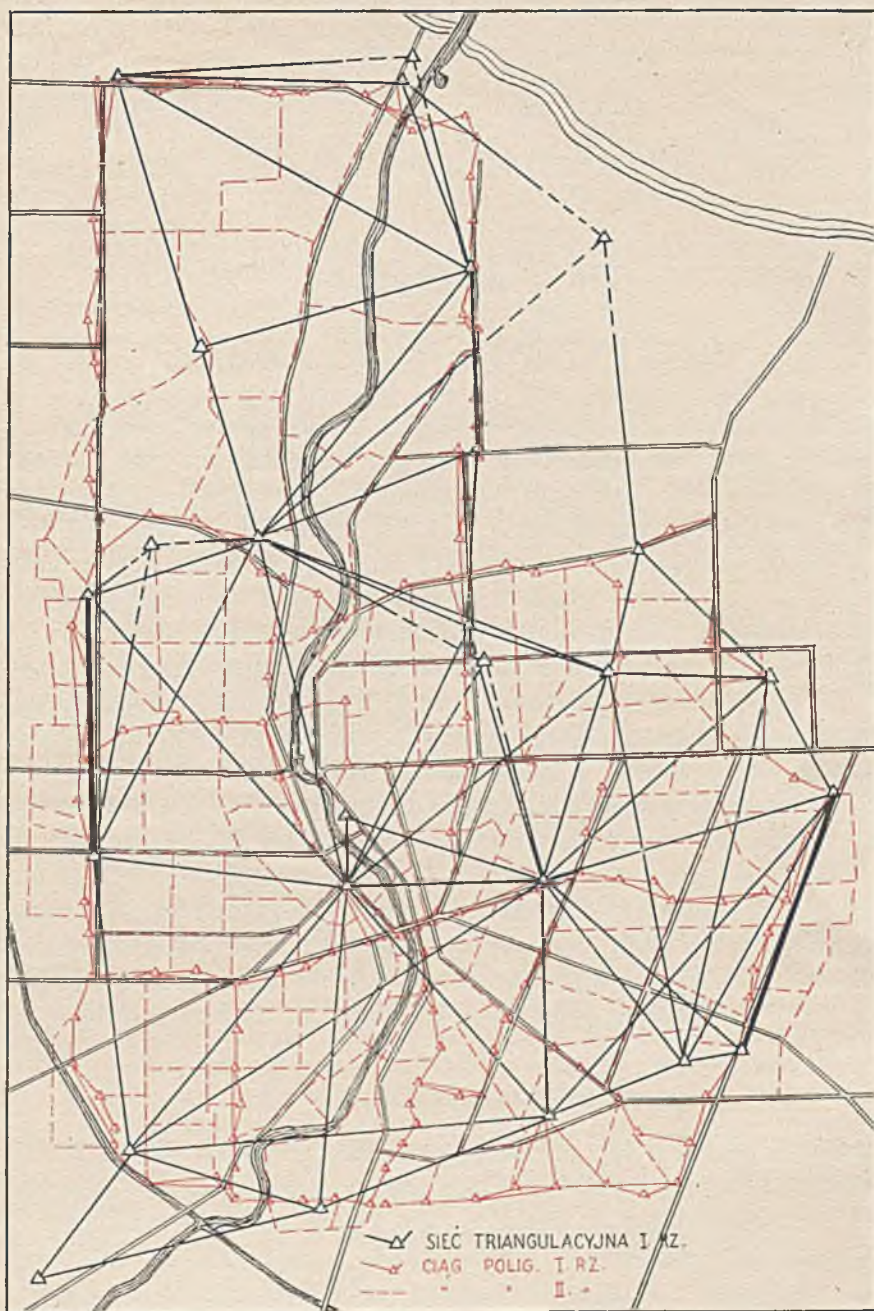


Fig. 61. Schemat sieci I i II rzędu przy pomiarach miejskich.

ROZDZIAŁ V.

POMIARY SPECJALNE.

Inżynierowi-geodecie często powierza się przeprowadzenie pomiarów dla specjalnych celów, kiedy musi on sam zdecydować o potrzebnej dokładności i metodach pomiaru na podstawie uzyskanych informacji. Właściwa decyzja wymaga doświadczenia i zdrowego sądu, gdyż zbędna dokładność jest marnotrawstwem, a pomiary o zbyt małej dokładności mogą się okazać bezużyteczne.

Pierwszą rzeczą, którą należy ustalić po rozważeniu zadań, dla których przeprowadza się pomiary, są granice dopuszczalnych błędów współrzędnych lub długości przy pomiarach szczegółowych. Jeżeli pomiary mają objąć bardzo znaczny obszar, zwykle najekonomiczniej będzie pokryć cały obszar triangulacją I lub II rzędu, zależnie od potrzeby, a pomiary szczegółowe przeprowadzić z dokładnością niższą.

W zależności od warunków topograficznych zastosujemy metodę triangulacji lub ciągów wielobokowych, a w wyborze metody pomiaru kierunków, będziemy się kierować rodzajem posiadanych instrumentów i żadaną dokładnością wyników. Wysokość, przeznaczonych na pomiar środków pieniężnych, jest także decydującym czynnikiem, lecz powinna ona wpłynąć raczej na ilość, niż na jakość pomiarów.

POMIARY MIEJSKIE.

W wielu miastach, zarówno wielkich, jak i średnich, przeprowadzono już, lub rozpoczęto, szczegółowe pomiary topograficzne, niezbędne w związku z różnymi miejskimi pracami inżynierskimi, oraz potrzebne dla umożliwienia prawidłowej rozbudowy miast. Pomiary poziome dla tych celów, a zwłaszcza te, które stanowią podstawę do wyznaczenia granic własności, wymagają najwyższej dokładności, możliwej do osiągnięcia w granicach rozsądnych wydatków. Szybki wzrost wartości gruntu w miastach powoduje konieczność stosowania dokładności, nawet większej od wymaganej przy pomiarach I rzędu

i rozmierzaniu kraju. Dokładność tę dyktuje raczej oczekiwana przyszła, niż obecna, wartość gruntów.

Podany poniżej wyciąg ze szczegółowej instrukcji pomiarów poziomych pewnej gminy miejskiej, wykonanych przez Służbę Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych w łączności z władzami miejskimi, da nam przykład połączenia w jednym projekcie rozmaitych rodzajów i metod pomiaru.

Wykonywana praca będzie się składać z triangulacji i ciągów wielobokowych I rzędu, połączonych ściśle w jedną sieć pomiarów poziomych.

Celem dowiązania pomiarów do punktu początkowego powinno być przeprowadzone nawiązanie do wyrównanych sąsiednich punktów pierwszorzędnej triangulacji państwowej. Obliczenie boków należy oprzeć na dwóch, pomierzonych po przeciwległych stronach miasta podstawach, ściśle połączonych z lokalną siecią triangulacyjną.

Granice ΣR_1 i ΣR_2 , obliczonych na podstawie Special Publication Nr. 26 str. 12—25, nie powinny przekraczać 60, względnie 90. Wrazie konieczności, można pomierzyć podstawę w linii łamanej, z warunkiem, aby końcowe punkty podstawy były wzajemnie widoczne, oraz aby zostało dokonane wielobokowe zamknięcie kątów i jednocześnie z warunkiem, aby żaden znaczniejszy bok mierzonej podstawy nie tworzył z ostateczną linią podstawy kąta, większego od 15° .

Całkowity rzeczywisty błąd pomierzonej podstawy, pochodzący ze wszystkich źródeł, nie może przekraczać 1:300 000, a błąd prawdopodobny 1:1 000 000. Pomiar każdej podstawy powinien być dokonany conajmniej trzema taśmami inwarowemi. Powinien on być przeprowadzony w ten sposób, aby dać dokładne i jednakowe dla wszystkich taśm wzajemne porównanie ich długości w czasie pomiaru. Taśmy powinny być sprawdzone w Urzędzie Sprawdzianów przed i po pomiarze każdej podstawy. Celem osiągnięcia wyżej podanej dokładności, poleca się eliminowanie błędów temperatury i ciągnięcia, błędów nachylenia taśmy do poziomu, otrzymanego z pomiaru wzniesień końców taśmy, oraz błędów paralaksy przy zaznaczaniu końców taśmy. Eliminacja błędów powinna być dokonana tak starannie, aby błąd dla całej podstawy, spowodowany każdym z tych źródeł oddzielnie, nie przekraczał 1:500 000. O ile pewne błędy mają tendencję do przejścia w błędy systematyczne i przekroczenia wyżej podanych wartości, należy zastosować taką metodę pomiarów, któraby usuwała je z ostatecznego wyniku.

Triangulacja. Przy pomiarze głównej sieci triangulacyjnej należy zastosować metody, pozwalające na osiągnięcie dokładności większej od 1:100 000 przy porównaniu, po wyrównaniu metodą najmniejszych kwadratów, długości podstawy pomierzonej z długością, obliczoną z sieci triangulacyjnej, wychodzącej z podstawy na przeciwległej stronie miasta. Wobec tego, że zgodność ta nie może być znana przed zakończeniem triangulacji, przyjmuje się metody obserwacji, dające zamknięcia trójkątów, nieprzekraczające $3''$, a wynoszące średnio $1''.25$ i prawdopodobny błąd kierunku, równy $0''.75$. Specjalną uwagę należy zwrócić na wybór takiej pory obserwacji, kiedy szkodliwy wpływ refrakcji bocznej jest najmniejszy.

Długość głównych boków sieci triangulacyjnej powinna wynosić od 1 do 5 mil¹⁾. Celem zwiększenia dokładności sieci jest pożądane przeprowadzenie pomiarów w ten sposób, aby uzyskać jaknajwiększą ilość warunków. Punkty I rzędu powinny być rozłożone na terenie równomiernie, w ilości mniej więcej jednego punktu na 5 mil kw. terenu. Punkty zewnętrzne sieci triangulacyjnej powinny być tak obrane, aby umożliwić w przyszłości rozszerzenie sieci.

¹⁾ 1.6 — 8.0 km (przyp. łom.).

Dla uzupełnienia sieci I rzędu należy wyznaczyć dodatkowe punkty I rzędu zapomocą wciąć conajmniej z trzech stanowisk I rzędu. Te dodatkowe punkty powinny być rozmieszczone w terenie możliwie równomiernie, w ilości około jednego punktu na każdą milę kwadratową. Pomiary tych punktów powinny być dokonane takimi metodami aby prawdopodobny błąd kierunku nie przekraczał 1".

Do obserwacji należy użyć normalnego 30 cm teodolitu kierunkowego Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych. Obserwacje dodatkowych punktów mogą być wykonane albo tym samym instrumentem, albo też mniejszym instrumentem kierunkowym.

Ciągi wielobokowe. Ze względu na to, że ciągi wielobokowe I rzędu stanowią podstawę do nawiązania rozmaitych pomiarów technicznych, przeto wyboru ich położenia i pomiarów należy dokonać ze szczególną starannością.

Położenie ciągów. Każdy ciąg wielobokowy pomiędzy dwoma punktami triangulacyjnymi nie powinien zawierać więcej, niż 15 punktów wielobokowych. Końcowe punkty wielobokowe powinny być nawiązane do współrzędnych i azymutu sieci triangulacyjnej. Pozatem ciągi wielobokowe należy nawiązywać do spólrzędnych każdego, dogodnie położonego, dodatkowego punktu triangulacyjnego, lecz dokładne nawiązanie do azymutu wykonujemy zwykle jedynie na punktach triangulacyjnych I rzędu, będących stanowiskami instrumentu.

Ciągi wielobokowe I rzędu powinny być przeprowadzone w odległości wzajemnej niewiększej od 1 mili i rozmieszczone na terenie jaknajbardziej równomiernie. Wewnątrz tych wieloboków należy przeprowadzić ciągi niższych rzędów. Należy unikać długich wąskich wieloboków. Jeżeli odległość dwóch przeciwległych boków wieloboku jest mniejsza od 15% długości obwodnicy, to przeciwległe boki wieloboku należy połączyć zapomocą ciągu związkowego. Przy przecięciu się dwóch ciągów wielobokowych I rzędu, punkt przecięcia zawsze powinien być punktem węzłowym.

Przy nawiązywaniu ciągu wielobokowego do azymutu sieci triangulacyjnej, błąd kąta nie powinien przekraczać 2", a błąd nawiązania długości, przy porównaniu z kontrolnem wyznaczeniem odległości, nie powinien być większy od 0.05 stopy.¹⁾ Głównem zadaniem triangulacji I rzędu jest zapewnienie właściwych spólrzędnych i kątów ciągom wielobokowym, wobec tego nawiązanie ciągów wielobokowych do triangulacji państwowej powinno być tak dokładne, jak tylko to można w ekonomiczny sposób osiągnąć.

Punkty wielobokowe powinny być rozłożone wzdłuż ciągów w odległości, nieprzekraczającej 500 jardów²⁾. W wypadku gdy z punktów wielobokowych są wzajemnie widoczne nietylko sąsiednie punkty, lecz i dalsze, należy przy przeniesieniu azymutu używać jaknajmniejszej ilości punktów pośrednich, unikając krótkich boków. Należy starać się jednakże, aby żadna z tych dodatkowych celowych nie tworzyła z bokiem sieci triangulacyjnej I rzędu, na którym jest oparty dany ciąg wielobokowy, kąta, większego od 25°.

Dokładność. System ciągów wielobokowych I rzędu składa się z dwóch rodzajów ciągów. Pierwsza serja ciągów ma tworzyć sieć zamkniętych wieloboków o odległości przeciwległych boków od 3 do 4 mil, nawiązanych ściśle do punktów triangulacji I rzędu: powinna ona być wyrównana w pierwszej kolejce. Druga serja ma dzielić te wielkie wieloboki na mniejsze, z których każdy obejmuje mniej więcej obszar 1 mili kw. Serja ta powinna być wyrównana przez nawiązanie do boków wieloboków pierwszej serji. Ciągi, nieobjęte powyższemi dwiema serjami, mogą mieć dokładność niższą.

Pomiar kątów w ciągach, wyrównanych w pierwszej kolejności, należy przeprowadzić z taką dokładnością, aby poprawka kąta, spowodowana błędem zamknięcia kąтового

1) 1.5 cm (przyp. t om.

2) 450 m (przyp. tłom.).

wieloboku, była nie większa od $\frac{2'' \cdot 5 \sqrt{a}}{a}$, gdzie a jest ilością pomierzonych kątów.

Przy wielobokach drugiej serji poprawka ta nie powinna przekraczać $\frac{3'' \cdot 5 \sqrt{a}}{a}$.

Boki pierwszej serji ciągów I rzędu powinny być mierzone dwukrotnie taśmą inwarową. Przy odrzucaniu pomiaru należy się więcej kierować dokładnością średniej z dwóch, lub więcej pomiarów, niż brakiem zgodności. Należy zastosować wszelkie środki celem usunięcia z pomiaru błędów systematycznych, lub conajmniej celem usunięcia ich wpływu na średnią z pomiarów.

Boki ciągów I rzędu drugiej serji winny być mierzone taśmą inwarową tylko jeden raz, lecz przed przystąpieniem do obliczeń należy skontrolować pomiar taśmą stalową, dla wykrycia grubych błędów.

Przy ciągach wielobokowych I rzędu pierwszej serji, łączących dwa wyrównane punkty triangulacji I rzędu, odchyłka linjowa końcowego punktu wieloboku od punktu nawiązania, po wprowadzeniu wszystkich poprawek na błąd zamknięcia wieloboków, nie powinna przekraczać 1:25 000 długości ciągu. W razie gdy odchyłka ta przekracza 1:25 000, należy zwiększyć dokładność pomiaru kątów albo boków, albo też obu razem o tyle, aby wymagana zgodność została osiągnięta. Przy ciągach wielobokowych drugiej serji odchyłka linjowa pomiędzy punktem końcowym ciągu, a punktem ciągu pierwszej serji, lub punktem triangulacyjnym, po wprowadzeniu poprawek długości i poprawek kątowych zamknięcia wieloboków, nie powinna przekraczać 1:25 000 długości ciągu.

Średni błąd zamknięcia trójkąta w sieci triangulacyjnej I rzędu, złożonej z 37 trójkątów, wykonanej na podstawie powyższej instrukcji, był mniejszy od 1'', a tylko 2 trójkąty miały zamknięcia większe od 1''.70.

Na fig. 61 mamy przedstawiony nieco wyidealizowany szkic, na którym triangulacja I rzędu i ciągi wielobokowe I i II rzędu są połączone w jedną całość, odpowiadającą powyżej przytoczonej instrukcji. Z początku wyrównana została sieć triangulacyjna, następnie, z nawiązaniem do punktów triangulacyjnych, ciągi wielobokowe, zaznaczone na szkicu grubymi linjami, potem obliczone zostały pozostałe ciągi wielobokowe I rzędu, z nawiązaniem do punktów wyrównanych już wieloboków i punktów triangulacyjnych. Wreszcie przeprowadzono w odstępach około $\frac{1}{4}$ mili ciągi wielobokowe II rzędu o odchyłce linowej, wynoszącej około 1:20 000. Ciągi wielobokowe na pozostałych ulicach miały charakter ciągów II rzędu, o dopuszczalnej odchyłce linowej 1:10 000.

Przy tak ułożonym schemacie pomiarów, niema nagromadzenia błędów na dużych odległościach, koszt zaś prac, wskutek przewagi ciągów niższych rzędów, znacznie się zmniejsza.

Przy pomiarach poziomych dla specjalnych celów, wywiad jest wyjątkowo ważną częścią pracy.

Wywiad powinien być wykonany tak szczegółowo, aby pozwolił inżynierowi na wybranie najlepszych metod ekonomicznego wykonania prac, odpowiednio do podanych żądań i warunków.

Po powzięciu ogólnego planu pracy, wywiad szczegółowy powinien zawsze o tyle wyprzedzać obserwacje, ażeby w razie rozszerzenia ram pomiarów można było uniknąć częstych ponownych pomiarów na tych samych punktach. Przed rozpoczęciem obserwacji na punktach triangulacji I rzędu, wywiad na wszystkich punktach dodatkowych i punktach nawiązania ciągów wielobokowych powinien być zakończony, a punkty powinny być utrwalone i przygotowane do obserwacji. Należy także przeprowadzić wywiad na ciągach wielobokowych I rzędu, oraz na wszystkich bokach nawiązania, gdyż czasami małe przesunięcie punktu triangulacyjnego może znacznie poprawić warunki nawiązania linii pomocniczych. Przy wszystkich pracach dokładność jest rzeczą istotną, a szybkość pożądana, ekonomja zaś zależy w największym stopniu od wywiadu i właściwego zorganizowania prac.

D O D A T E K.

OBLICZENIE NADMIARU SFERYCZNEGO.

Nadmiar sferyczny oblicza się na podstawie wzoru:

$$E = \frac{a_1 b_1 \operatorname{Sin} C_1 (1 - e^2 \operatorname{Sin}^2 \varphi)^2}{2a^2 (1 - e^2) \operatorname{Sin} 1''} = a_1 b_1 \operatorname{Sin} C_1 \times m.$$

W tym wzorze E oznacza nadmiar sferyczny, a_1, b_1 i C_1 — dwa boki trójkąta i kąt, zawarty między nimi, e^2 — kwadrat mimośrodu, a — połowę większej osi elipsoidy odniesienia, φ — średnią z szerokości geograficznych trzech wierzchołków trójkąta. Część tego wzoru, zależną jedynie od szerokości geograficznej i wymiarów elipsoidy, możemy oznaczyć literą m , jak podano we wzorze. Poniżej jest podana tablica wartości m dla różnych szerokości geograficznych.

Powyższy wzór daje dla trójkąta równobocznego o bokach 200 km, lub innego trójkąta o tej samej powierzchni, wartość nadmiaru sferycznego zamałą o $0''.01$. Dla trójkąta równobocznego o bokach 100 km, lub innego o tej samej powierzchni, nadmiar sferyczny, obliczony według powyższego wzoru, będzie za mały o mniej, niż $0''.001$.

W razie potrzeby dokładniejszego obliczenia nadmiaru sferycznego, należy zastosować wzory, podane na stronie 51 Special Publication Nr. 4. Wzory te dają nieco nierówne rozrzucenie nadmiaru sferycznego na trzy kąty trójkąta.

TABLICA Log m

(obliczona w metrach dla sferydy Clarke'a 1866)

φ	log m	φ	log m	φ	log m	φ	log m
0 00	1.40695 —10	20 00	1.40626 —10	40 00	1.40452 —10	60 00	1.40253 —10
0 30	695 —10	20 30	623 —10	40 30	446 —10	60 30	249 —10
1 00	695 —10	21 00	619 —10	41 00	441 —10	61 00	244 —10
1 30	694 —10	21 30	616 —10	41 30	436 —10	61 30	240 —10
2 00	694 —10	22 00	612 —10	42 00	431 —10	62 00	235 —10
2 30	694 —10	22 30	608 —10	42 30	426 —10	62 30	231 —10
3 00	693 —10	23 00	605 —10	43 00	421 —10	63 00	227 —10
3 30	693 —10	23 30	601 —10	43 30	416 —10	63 30	223 —10
4 00	692 —10	24 00	597 —10	44 00	411 —10	64 00	219 —10
4 30	691 —10	24 30	594 —10	44 30	406 —10	64 30	215 —10
5 00	690 —10	25 00	590 —10	45 00	400 —10	65 00	210 —10
5 30	689 —10	25 30	586 —10	45 30	395 —10	65 30	207 —10
6 00	688 —10	26 00	582 —10	46 00	390 —10	66 00	203 —10
6 30	687 —10	26 30	578 —10	46 30	385 —10	66 30	199 —10
7 00	686 —10	27 00	573 —10	47 00	380 —10	67 00	195 —10
7 30	685 —10	27 30	569 —10	47 30	375 —10	67 30	192 —10
8 00	683 —10	28 00	565 —10	48 00	369 —10	68 00	188 —10
8 30	682 —10	28 30	560 —10	48 30	364 —10	68 30	185 —10
9 00	680 —10	29 00	556 —10	49 00	359 —10	69 00	181 —10
9 30	679 —10	29 30	552 —10	49 30	354 —10	69 30	178 —10
10 00	677 —10	30 00	548 —10	50 00	349 —10	70 00	174 —10
10 30	675 —10	30 30	544 —10	50 30	344 —10	70 30	171 —10
11 00	673 —10	31 00	539 —10	51 00	339 —10	71 00	168 —10
11 30	671 —10	31 30	534 —10	51 30	334 —10	71 30	164 —10
12 00	669 —10	32 00	530 —10	52 00	329 —10	72 00	1.40161 —10
12 30	667 —10	32 30	525 —10	52 30	324 —10		
13 00	665 —10	33 00	520 —10	53 00	319 —10		
13 30	663 —10	33 30	516 —10	53 30	314 —10		
14 00	660 —10	34 00	511 —10	54 00	309 —10		
14 30	658 —10	34 30	506 —10	54 30	304 —10		
15 00	655 —10	35 00	501 —10	55 00	299 —10		
15 30	653 —10	35 30	496 —10	55 30	295 —10		
16 00	650 —10	36 00	491 —10	56 00	290 —10		
16 30	647 —10	36 30	486 —10	56 30	285 —10		
17 00	644 —10	37 00	482 —10	57 00	280 —10		
17 30	642 —10	37 30	477 —10	57 30	276 —10		
18 00	639 —10	38 00	472 —10	58 00	271 —10		
18 30	636 —10	38 30	467 —10	58 30	266 —10		
19 00	632 —10	39 00	462 —10	59 00	262 —10		
19 30	1.40629 —10	39 30	1.40457 —10	59 30	1.40257 —10		

WYDAWNICTWA SŁUŻBY POMIARÓW BRZEGOWYCH I GEODEZYJNYCH, DOTYCZĄCE TRIANGULACJI I POMIARU PODSTAW.

Special Publication Nr. 5. Tables for a Polyconic Projection of Maps, 20 cents (Tablice dla rzutu wielostozkowego).

Wydawnictwo to zawiera niezbędne wyjaśnienia, dotyczące metod, stosowanych przy konstrukcji rzutu wielostozkowego, oraz podaje długość w metrach stopni, minut i sekund, szerokości i długości dla wszystkich szerokości geograficznych.

Special Publication Nr. 8. Formulae and Tables for the Computation of Geodetic Positions, 25 cents. (Wzory i tablice do obliczenia współrzędnych geodezyjnych).

Zawiera wzory, instrukcje i dane do obliczenia współrzędnych sferycznych dla znanych odległości i kątów.

Special Publication Nr. 14. Determination of Time, Longitude, Latitude, and Azimuth. 35 cents. (Wyznaczenie czasu, długości, szerokości i azymutu).

Podręcznik, opisujący instrumenty i metody, używane przez Służbę Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych przy polowych i biurowych pracach astronomicznych.

Special Publication Nr. 26. General Instruction for the Field Work of the Coast and Geodetic Survey. (Ogólna instrukcja prac polowych Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych).

Zawiera treścią instrukcję triangulacji III rzędu, topograficzną i hydrograficzną, oraz instrukcję o obserwacjach przyprawów i prądów.

Special Publication Nr. 8. Application of the Theory of Least Squares to the Adjustment of Triangulation, 15 cents. (Zastosowanie teorii najmniejszych kwadratów do wyrównania triangulacji).

Wyjaśnia zasady wyrównania triangulacji na podstawie teorii najmniejszych kwadratów, objaśnione przykładami.

Special Publication Nr. 58. General Instruction for Precise and Secondary Traverse, 10 cents. (Instrukcja ogólna przeprowadzania ciągów wielobokowych I i II rzędu).

Special Publication Nr. 65. Instructions to Light Keepers on Trangularation, 10 cents. (Instrukcja dla heljotropistów przy pomiarach triangulacyjnych).

Broszura, przeznaczona dla heljotropistów, zawiera zestawienie stosowanych sygnałów oraz instrukcję rektyfikacji i sposobów wysyłania światła.

Special Publication Nr. 71. Relation between Plane Rectangular Coordinates and Geographic Positions, 10 cents. (Zależność pomiędzy współrzędnymi prostokątnymi płaskimi i współrzędnymi geograficznymi).

Zawiera wzory i tablice do przejścia od współrzędnych płaskich na sferyczne i naodwrot.

Special Publication Nr. 79. Precise Traverse and Triangulation in Indiana. (Ciągi wielobokowe i triangulacja I rzędu w stanie Indiana).

Wydawnictwo to, jak również i poprzednie, podaje, poza zwykłym zestawieniem wyników, dane o metodach, używanych przy pomiarze ciągów w polu i przy obliczaniu wyników w biurze.

Special Publication Nr. 91. Use of Geodetic Control for City Surveys, 20 cents (Zastosowanie pomiarów geodezyjnych do pomiarów miast).

Wyjaśnia konieczność stosowania ścisłych pomiarów poziomych i pionowych przy pomiarach miejskich oraz opisuje krótko metody i instrumenty, stosowane przy tego rodzaju pomiarach.

Special Publication Nr. 93. Reconnaissance and Signal Building, 30 cents. (Rozpoznanie i budowa sygnałów).

Podręcznik, omawiający rozpoznanie triangulacyjne, utrwalenie punktów oraz budowę sygnałów triangulacyjnych i wież.

Special Publication Nr. 109. Wireless Longitude, 15 cents. (Wyznaczanie długości geograficznej zapomocą radjo).

Opis przyrządów, używanych dla ścisłego pomiaru różnic długości geograficznych przy użyciu sygnałów radjowych, zamiast sygnałów telegraficznych¹⁾.

Niektóre z podanych powyżej wydawnictw, mogą być nabywane przez osoby prywatne według wyszczególnionych cen od kierownika działu dokumentów (Superintendent of Documents, Washington D. C.). Special Publication Nr. 26 można nabyć u dyrektora Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych. Liczne wydawnictwa tego urzędu zawierają wyniki prac geodezyjnych w postaci spólrzędnych geograficznych, spólrzędnych punktów triangulacyjnych i wielobokowych, oraz wysokości reperów niwelacyjnych. Inżynier, potrzebujący tych danych dla pewnej okolicy, winien skierować zapotrzebowanie do dyrektora Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych.

Pełny wykaz wydawnictw Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych znajduje się w katalogu ogólnym wydawnictw Ministerstwa Handlu, skąd można go otrzymać bezpłatnie.

¹⁾ Po wydaniu niniejszego podręcznika ukazały się jeszcze poniższe wydawnictwa z działu geodezji:

Special Publication Nr. 137. Manual of first-order traverse, 30 cents. (Podręcznik ciągów I rzędu).

Special Publication Nr. 138. Manual of triangulation computation and adjustment, 50 cents. (Podręcznik obliczenia i wyrównania triangulacji).

Special Publication Nr. 145. Manual of second and third order triangulation and traverse, 60 cents. (Podręcznik triangulacji i ciągów II i III rzędu). (Przyp. tłum.).

SŁOWNIK.

A

Abstract of horizontal directions, wykaz zredukowanych kierunków poziomych, — *of zenith distances*, wykaz odległości zenitalnych.

Adjusting pin, sztyft rektyfikacyjny, — *screw*, śrubka rektyfikacyjna.

Adjustment, rektyfikacja, *plate level* —, rektyfikacja poziomicy koła poziomego, *striding level* —, rektyfikacja poziomicy nasadkowej, — *for focus*, rektyfikacja ogniskowej, — *of paralax*, rektyfikacja paralaksy, — *for verticality of sighting wires*, rektyfikacja nitki pionowych, — *of centers*, rektyfikacja stożkowych powierzchni nośnych, — *of level on vertical circle*, rektyfikacja poziomicy koła pionowego, — *of micrometer*, rektyfikacja mikrometru, *radial* — *of microscope*, rektyfikacja odległości mikroskopu od osi pionowej instrumentu, — *of eyepiece*, rektyfikacja okularu mikrometru, — *for parallelism*, rektyfikacja nitki mikrometru, — *of graduated drum*, rektyfikacja bębna mikrometru, — *of comb*, rektyfikacja płytki ząbkowanej, — *for equidistance of microscopes*, rektyfikacja rozstawienia mikroskopów, — *of reading microscope*, rektyfikacja mikroskopu odczytowego, *local* —, *station* —, wyrównanie stanowiska.

Alidade, alhidada.

Angle, kąt, — *of inclination*, kąt nachylenia, *distance* —, kąt odległościowy, *horizontal* —, kąt poziomy, *right* —, kąt prosty, *vertical* —, kąt pionowy.

Apparatus for testing balances, przyrząd do sprawdzania dynamometrów.

Azimuth compass, busola.

B

Base, podstawa, *additional* —, podstawa dodatkowa, *pośrednia*, *broken* —, podstawa w linii łamanej, *expanding from* —, rozwinięcie podstawy, *intervening* —, podstawa dodatkowa, pośrednia, — *measurement*, pomiar podstawy, — *net*, sieć podstawy.

Belt of triangulation, łańcuch triangulacyjny.

Bench mark, reper niwelacyjny.

Blunder, gruby błąd, pomyłka.

Broken set, serja niepełna, — *grade*, załamanie spadku.

Bubble of a level, bańka poziomicy.

C

Circle, *graduated*, limbus.

Central point figure, wielobok o punkcie centralnym.

Chain, *first best*, łańcuch pierwszej mocy, *second best* —, łańcuch drugiej mocy.

Chronometer, chronometr średni, — *correction*, poprawka chronometru, *daily rate of* —, ruch chronometru.

Clamp sprzęg, *inner* —, sprzęg alhidady koła pionowego, *outer* —, sprzęg limbusa koła pionowego.

Clamping screw, śruba sprzęgowa, zaciskowa.

Clockwise, w kierunku ruchu zegarowego.

Closure of triangle, zamknięcie trójkąta.

Collimator, *vertical*, pionownik.

Compass, *azimuth*, busola.

Complet set, pełna serja.

Compound lens, soczewka złożona, — *microscope*, mikroskop złożony.

Connecting traverse, ciąg związkowy.

Connection, nawiązanie.

Correction, poprawka, *level* —, poprawka na odczyt bańki poziomicy.

Counterclockwise, w kierunku przeciwnym ruchowi zegarowemu.

D

Deflection of the vertical, odchyłka pionu.

Description of station, opis punktu.

Diaphragm, przesłona, — *ring*, pierścień przesłaniający.

Direction, kierunek, — *theodolite*, teodolit kierunkowy.

Discrepancy, niewiązka, — *in length*, niewiązka długości.

Distance angle, kąt odległościowy.

Division, sekcja (przy pomiarze podstawy), — *of a level bubble*, podziałka poziomicy, — *of the circle*, podziałka koła.

Double zenith distance, podwójna odległość zenitalna

Drag, porywanie limbusa.

Drawbar, wyciąg dynamometru.

Drum, *graduated drum*, bębenek mikrometru.

D. Z. D. book, dziennik pomiaru podwójnych odległości zenitalnych.

E

Eccentric reduction, redukcja obserwacji mimosrodkowych.

Eccentricity, mimosrodkowość (ekscentryczność).

Error, błąd, — *of closure of triangle*, błąd zamknięcia trójkąta, *probable* —, błąd prawdopodobny, *systematic* —, błąd systematyczny, *accidental* —, błąd przypadkowy, — *of graduation*, błąd podziałki — *of collimation*, błąd kolimacyjny.

Excess, *spherical*, nadmiar sferyczny.

Expanding from base, rozwinięcie podstawy.

Explement, dopełnienie do 360°.

Eyepiece, okular, — *adjustment*, rektyfikacja okularu, — *tube*, wyciąg okularowy.

G

Graduated circle, limbus, — *circle level*, poziomica koła pionowego, — *drum*, bębenek mikrometru.

I

Index line, wskaźnik.

Initial, punkt (kierunek) początkowy.

J

Junction point, punkt węzłowy.

L

Lamp, signal, lampa sygnałowa.

Lense, soczewka, *compound* —, soczewka złożona.

Level, poziomnica, *striding* —, poziomnica nasadkowa, *plate* —, poziomnica koła poziomego, *graduated circle* —, poziomnica koła pionowego, — *trier*, sprawdzian (egzaminator) poziomnie, — *correction*, poprawka na odczyt bańki, *sensitiveness of* — czułość poziomnicy.

Leveling, niwelacja, *trigonometric* —, trygonometryczny pomiar wysokości.

Lifting ring, pierścień do podnoszenia.

Light, światło, *fllickering* —, światło migające, *flaring* —, światło migotliwe, *walking* —, światło poruszające się, — *keeper*, heljotropista.

Line, bok, *index* —, wskaźnik, *sighting* —, celowa.

Loop, ciąg wielobokowy zamknięty.

M

Main scheme, sieć główna.

Man, *forward*, pomocnik przedni, *middle* —, pomocnik środkowy, *rear* —, pomocnik tylny, *front stretcher* —, napinacz przedni, *rear* —, napinacz tylny, *front contact* —, obserwator przedni, *rear contact* —, obserwator tylny.

Mark, znak, *forward* —, kreska przednia, *rear* —, kreska tylna, *terminal* —, *fiducial* —, kreska końcowa taśmy, *bench* —, reper niwelacyjny, *magnetic station* —, znak stacyjny punktu magnetycznego, *hydrographic station* —, znak stacyjny punktu hydrograficznego, *traverse* —, znak wielobokowy, *triangulation* —, znak triangulacyjny, *station* —, stacyjny, *reference* —, znak odniesienia, *witness* —, znak zabezpieczenia (świadek).

Marking, utrwalanie punktu (stabilizacja), — *table*, — *strip*, płytka wskaźnikowa, — *of station*, utrwalanie punktu, *parallax in* —, paralaksa przy odczytywaniu.

Mean, średnia.

Measurement, pomiar, *single* —, pomiar pojedynczy.

Metropolitan control survey, pomiary miejskie.

Micrometer, mikrometr, — *box*, skrzynka mikrometru, — *head*, — *drum*, bębenek mikrometru.

Microscope, mikroskop, — *bracket*, połączenie mikroskopu z alhidadą, *compound* —, mikroskop złożony.

Motion, ruch, *lower* —, ruch limbusa, *upper* —, ruch alhidady.

N

North American Datum, punkt początkowy dla Am. Półn. ¹⁾

Notch, żąb płytki mikrometru.

P

Parallax, paralaksa, — *in marking*, paralaksa przy odczytywaniu.

Phase, oświetlenie boczne.

Pin, *adjusting*, sztyft rektyfikacyjny.

Pitch, skok śruby.

¹⁾ Jest to punkt triangulacyjny Meades Ranch, Kansas, o współrzędnych geograficznych:

$$\varphi = 39^{\circ} 13' 26'', 686$$

$$\lambda = 98^{\circ} 32' 30'', 506 \text{ zach. Greenw.}$$

$$\alpha = 75^{\circ} 28' 14'', 52 \text{ (na punkt Waldo).}$$

Pivot, czop osi poziomej lunety.

Plunge, — *through standards*, przerzucić lunetę przez zenit.

Plunger, ostrze do pionowania.

Plummet, pion.

Point, *junction*, punkt węzłowy.

Pointing, nastawienie.

Pole, drogę sygnałowy, wiecha.

Position, poczet, serja; współrzędne punktu.

Q

Quadrilateral, czworobok, *complete* —, czworobok zupełny (z obu przekątnymi zaobserwowanymi).

R

Reconnaissance rozpoznanie.

Record, notatka, — *book*, dziennik pomiaru.

Recorder, pisarz, protokółant.

Recovery, odszukanie punktu.

Reduction to center, *excentric* —, redukcja obserwacji mimośrodkowych. — *to sea level*, redukcja na poziom morza.

Reference mark, znak odniesienia.

Refraction, refrakcja, *horizontal* —, refrakcja boczna.

Rejection, odrzucenie (kierunku, poczetu)

Repetition, powtarzanie (repetycja). — *method*, metoda powtarzania (repetycyjna).

Restandardization, sprawdzanie (komparacja) powtórne.

Reticule, krzyż nitkowy.

Reverse, przerzucić lunetę przez zenit.

Ring, pierścień, *forward* —, przedni pierścień celowniczy (w heljotropie), *rear* —, tylny pierścień celowniczy (w heljotropie), *lifting* —, pierścień do podnoszenia.

Rod, lata.

S

Scale, linijka z podziałką.

Scheme, *main*, sieć główna.

Screw, śruba, *adjusting* —, śruba rektyfikacyjna *slow-motion* —, *tangent* —, śruba mikrometryczna, *le niwka*, *clamping* —, śruba sprężowa, *zaciśkowa*, *levelling* —, *foot* —, śruba nastawnicza, *reticule* —, śruba do przesuwania krzyża nitkowego, *thread on* —, gwint śruby, *vernier slow-motion* —, gwint leniwki noniuszów koła.

Second best chain, łańcuch drugiej mocy.

Section, odcinek podstawy. — *mark*, znak końcowy odcinka podstawy.

Selected best chain, łańcuch pierwszej mocy.

Setting, nastawienie limbusa.

Set up, przesunięcie taśmy wprzód (przy pomiarze podstawy) — *back*, przesunięcie taśmy wtył (przy pomiarze podstawy), *broken* —, niepełna serja, *complete* —, pełna serja.

Sideral watch, chronometr gwiazdowy.

Single measurment, pomiar pojedynczy.

Signal tower, wieża triangulacyjna.

Sight, *line of*, celowa.

Sighting wires, krzyż nitkowy.

Sighting devices, przyrządy celownicze.

Slides, suwak (w mikrometrze).

Spherical excess, nadmiar sferyczny.

Spindle, czop stożkowy osi pionowej alhidady.

Spring balance, dynamometr.

Stake, palik (pal).

Staking, palikowanie.

Stand, stanowisko instrumentu.

Standard, podwórki lunety; us'alonego typu.

Standardization, sprawdzanie (komparacja).

Standardize, sprawdzać.

Station, punkt, — *adjustment*, wyrównanie stanowiska, — *occupied*, stanowisko, — *unoccupied*, inter-

section —, punkt wcięty, *supplemental* —, punkt uzupełniający, *description of* —, opis punktu, *Laplace* —, punkt Laplace'a.

Strength of figure, moc figury.

Survey, *metropolitan control*, pomiary miejskie.

T

Tape, taśma, — *stretcher*, — *stretching apparatus*, przyrząd do napinania taśmy, *reeling of* —, nawijanie taśmy na bęben, *unreeling of* —, rozwijanie taśmy.

Taping party, oddział taśmy.

Target, tarcza sygnałowa, krzyżak, *woming* —, sygnał wynurzający się, *unsteady* —, sygnał kołyszący się, *waving* —, sygnał falujący.

Telescope, luneta, — *direct*, luneta wprost, w położeniu normalnem, — *reversed*, luneta odwrócona, — *barrel*, oprawa lunety.

Tent, namiot, *observing* —, namiot obserwacyjny.

Test kilometer, odcinek kontrolny.

Theodolite, teodolit, *direction* —, teodolit kierunkowy, *repeating* —, teodolit powtarzający, — *base*, podstawa teodolitu.

Traverse, ciąg wielobokowy, — *station*, punkt wielobokowy.

Tribarch, podstawa teodolitu.

Triangulation, triangulacja *belt of* —, łańcuch triangulacyjny, *scheme of* —, sieć triangulacyjna, — *station*, punkt triangulacyjny.

Triangle, trójkąt, *closure of* —, zamknięcie trójkąta.

Tripod, trójnog, stanowisko instrumentu, — *head*, głowica trójnożu, *movable iron* —, ruchomy żelazny trójnog.

U

Unclamping, zwolnienie sprzęgu.

Unsteady target, kołyszący się sygnał.

V

Vial, rurka poziomnicy.

Verner, nonjusz. — *franc*, alhidada koła pionowego.

Vertical, pionowy, *deflection of* —, odchyłka pionowa, — *circle*, koło pionowe, koło wierzchołkowe, — *angle*, kąt pionowy, — *axis*, oś pionowa, — *collimator*, pionownik.

Watch, *sideral*, chronometr gwiazdowy.

Wind, wichrowatość (przy poziomnicy).

Wires, *cross*, *sighting* —, krzyż nitkowy.

Witness mark, znak zabezpieczenia (świadek).

Wye, łożysko.

SPIS RZECZY.

	<i>Str.</i>
Przedmowa tłumaczy	III
Przedmowa autora	IV
Określenia ogólne.	
Definicje triangulacji I i II rzędu	1
Rozdział I. Rozpoznanie.	
Szczegółowe przepisy rozpoznania przy triangulacji I rzędu	5
Tablica do wyznaczenia względnej mocy figur przy triangulacji	7
Sposób użycia tablicy	7
Niektóre wartości $\frac{D-C}{D}$	8
Przykłady rozmaitych figur triangulacyjnych	10
Nawiązanie do istniejących sieci triangulacyjnych	15
Rozdział II. Triangulacja I rzędu.	
Instrukcja ogólna triangulacji I rzędu	16
Znaki stacyjne pomiarów poziomych	20
Wypadki szczególne	22
Znaki odniesienia	23
Instrumenty	23
Teodolity	23
Rektyfikacja teodolitu	28
Obchodzenie się z teodolitem	40
Ocena jakości teodolitu	45
Koło wierzchołkowe	48
Rektyfikacja koła wierzchołkowego	48
Metody obserwacji kątów pionowych	50
Pionownik	51
Lampy sygnałowe i heljotropy	53
Organizacja partji	57
Ustalenie planu pracy	57
Wybór personelu	61
Oporządzenie	64
Przeszkolenie heljotropistów	66
Porządek czynności partji obserwacyjnej	70
Badanie stałości stanowiska	72
Namioty obserwacyjne	73
Program obserwacyj	74
Zasadnicze źródła błędów przy pomiarze błędów poziomych	77
Błędy instrumentalne	78
Oświetlenie boczne	81
Mimośrodkowość	82
Refrakcja boczna	82
Inne warunki, wpływające na dokładność obserwacji	84
Zgodność obserwacyj	87
Wyznaczenie wartości podziałki poziomnicy	87
Określenie wysokości punktu przez obserwację linii horyzontu morza	88

	<i>Str.</i>
Obliczenia polowe	89
Dziennik pomiaru kierunków poziomych	91
Wykaz zredukowanych kierunków poziomych	91
Wykaz kierunków poziomych	96
Redukcja pomiarów mimośrodkowych na punkt właściwy	101
Obliczenie boków trójkątów	101
Obliczenie spółrzędnych	104
Wykaz spółrzędnych geograficznych	104
Dziennik pomiaru podwójnych odległości zenitalnych	105
Redukcja odległości zenitalnych	107
Opisy punktów	108
Sprawozdanie z prac polowych	112
Rozdział III. Pomiar podstawy.	
Instrukcja ogólna	115
Przygotowanie podstawy	117
Tyczenie linii podstawy	117
Oczyszczanie linii podstawy	118
Palikowanie	118
Przyrządy i materiały	123
Sprawdzanie przyrządów do pomiaru podstaw i obchodzenie się z niemi	124
Poprawki do pomierzonych długości i sposoby zapobiegania błędom	130
Poprawka na rachylenie	130
Poprawka na wytyczenie linii	132
Poprawka na zwis i napięcie taśmy	132
Poprawki, wynikające ze sposobu podparcia taśmy	134
Dane sprawdzania	135
Tarcie na podporach	135
Poprawka na temperaturę	136
Paralaksa przy odczytach	137
Wpływ wiatru	138
Pomyłki	138
Pomiar po szynach kolejowych	139
Pomiar taśmami	140
Personel i jego obowiązki	140
Formularze pomiarowe i obliczeniowe	146
Prawdopodobny błąd pomiaru	151
Redukcja na poziom morza	152
Rozdział IV. Azymuty.	
Azymuty Laplace'a	154
Azymuty I rzędu	154
Azymuty II rzędu	157
Poprawka chronometru	157
Błędy przy obserwacjach dla wyznaczenia czasu	159
Rozdział V. Pomiary specjalne.	
Pomiary miejskie	161
Dodatek. Obliczenie nadmiaru sferycznego	166
Wydawnictwa Służby Pomiarów Brzegowych i Geodezyjnych, dotyczące triangulacji i pomiaru podstaw	168
Słownik	171
Spis rzeczy	175

wykonane przez
Wojskowy Instytut Geograficzny w Warszawie

m a p y

1 : 100.000

1 : 300.000

nowe opracowanie

może każdy nabywać w Samopomocy Inwalidzkiej, Warszawa, ulica Sienkiewicza Nr 2.

WYKONAWCZY ZAPOTRZEBOWANIA SŁUŻBOWE na mapy i plany 1:25.000, kierować wprost do Wojskowego Instytutu Geograficznego **W. I. G.** Warszawa, Wilcza 64.

WYKONAWCZY ŻĄDAJCIE SKOROWIDZA i uzupełniajcie go podług zmian ogłaszanych w Dzienniku Rozkazów M. S. Wojsk.

WYKONAWCZY PRENUMERUJJCIE nasz kwartalnik p. t. WIADOMOŚCI SŁUŻBY GEOGRAFICZNEJ obejmujący całokształt zagadnień wojsk. służby geograficznej i dający sprawozdania z prac W. I. G. Redakcja i Administracja Warszawa, Wilcza 64.

ŻÓŁTE KSIĄ
Z TRZEMA TRÓJKĄ

BIBLIOTEKA GEOWNA
Politechniki Śląskiej

Good Hus

z. 59

15558

CZYTA

KAŻDY :

OFICER-TECHNIK

Artylerzysta, Lotnik, Saper,
który pragnie działać pewnie
i świadomie w żywiole ducha
i techniki, jakim jest w o j n a

**INŻYNIER-MIERNIK,
GEOGRAF, GEOLOG,**

który pragnie sprostać swym
zadaniom w chwili, gdy jego
powszedni tok pracy przer-
wie w e z w a n i e p o d b r o Ń.