

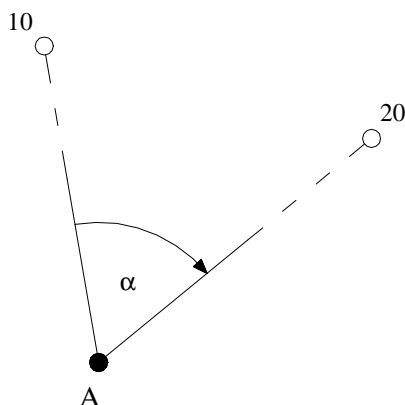
POMIAR KĄTÓW POZIOMYCH

W niniejszym rozdziale poświęcimy uwagę przede wszystkim trzem metodom pomiaru kątów poziomych. Są to :

1. *Pomiar kątów metodą pojedynczego kąta.*
2. *Pomiar kątów metodą kierunkową.*
3. *Pomiar kątów metodą repetycyjną.*

Przed pomiarem kątów zawsze należy przeprowadzić sprawdzenie i ewentualną rektyfikację teodolitu, tak aby był on wolny od błędów instrumentalnych. Na stanowisku należy dokładnie spoziomować i scentrować instrument nad punktem. Na punktach 10 i 20 ustawiamy sygnały celownicze (tyczka lub tarcza celownicza). Wszystkie wyniki pomiaru są zapisywane w dzienniku pomiarowym przez sekretarza.

Pomiar kąta metodą pojedynczego kąta

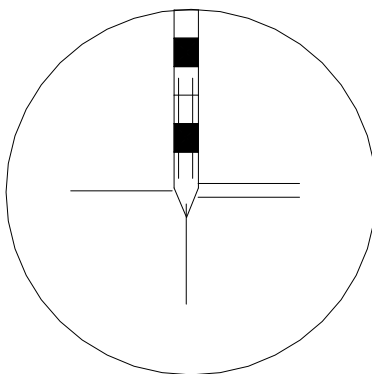


Rys. 1. Pomiar kąta metodą pojedynczego kąta.

Po dokładnym ustawieniu teodolitu np. Theo 020 nad punktem (stanowiskiem) A musimy określić w ilu seriach będzie mierzony dany kąt α . Seria jest to pomiar kąta w 2 położeniach lunety, przy czym pierwsze położenie lunety jest wówczas, gdy krąg pionowy znajduje się po lewej stronie lunety. Załóżmy, że chcemy dokonać pomiaru kąta w $n=2$ seriach. Jest to ważne, gdyż w zależności od liczby serii, obliczamy o jaką wartość O_s należy zmieniać odczyt początkowy na limbusie przy rozpoczęciu pomiaru dla każdej serii. Wartość tą obliczamy z wzoru:

$$O_s = \frac{180^0 (\text{lub } 200^g)}{n} \quad (1)$$

Ponieważ będziemy mierzyć kąt w 2 seriach więc wartość O_s wynosi 90^0 lub 100^g . Jednak pierwszą serię rozpoczynamy zawsze od ustawienia odczytu na kręgu poziomym Hz w okolicach 0^g (np. 0.0420^g). Zakładamy, że mamy teodolit z miarą gradową w systemie odczytowym. Po ustawieniu tego odczytu zaciskamy sprzęg repetycyjny, który unieruchamia alidadę względem limbusa. Teraz celujemy dokładnie na cel 10 będący lewym ramieniem kąta (ponieważ mamy włączony sprzęg repetycyjny, wartość ustawiona na limbusie 0.0420^g nie ulegnie zmianie). Należy pamiętać, że zawsze rozpoczynamy pomiar kąta od jego lewego ramienia. Jeżeli nasz cel jest oznaczony przez tyczkę umieszczoną na punkcie geodezyjnym, należy zawsze celować jak najniżej tyczki. Wówczas w razie niedokładnego ustawienia tyczki w pionie zmniejszymy błąd celowania do punktu. Celujemy w taki sposób aby pionowa kreska siatki celowniczej przechodziła przez środek tyczki (rys. 2).



Rys. 2. Ustawienie siatki celowniczej na kierunku

W dzienniku pomiarowym w kolumnie 1, w pierwszym okienku wpisujemy stanowisko A. W kolumnie 2 wpisujemy w każdym okienku osobno kolejno numery punktów, do których celujemy zaczynając od lewego ramienia kąta, czyli 10 i 20. Następnie zapisujemy ustawiony odczyt 0.0420^g w dzienniku pomiarowym (kol. 3). W kolumnie tej wartość gradów (0^g) wpisujemy dużą cyfrą w całym okienku, natomiast dla wartości „^c” i „^{cc}” kolumna 3 jest podzielona na 2 części (górną i dolną). Wartości te, czyli 04^c i 20^{cc} zapisujemy w górnej części podziału kolumny 3. Teraz zwalniamy sprzęg repetycyjny i poruszamy lekko leniwką alidady aby zaburzyć dokładność z jaką wycelowaliśmy do punktu. Następnie przy użyciu tej samej leniwki ponownie naprowadzamy oś celową na lewe ramię kąta, czyli punkt 10, starając się wycelować w to samo miejsce co za pierwszym razem. Dokonujemy ponownie odczytu, który teoretycznie powinien się równać odczytowi pierwszemu (0.0420^g), ale ze względu na błąd celowania jaki popełniamy w trakcie czynności pomiarowych może się on

nieznacznie różnić i wynosi np. 0.0440^{g} . Różnica tych odczytów nie powinna jednak przekraczać podwójnej wartości dokładności odczytu z instrumentu, a w naszym przypadku 40^{cc} (dokładność odczytu teodolitu Theo 020 wynosi 20^{cc}). Ponownie odczytaną wartość z kręgu poziomego 0.0440^{g} zapisujemy również w kolumnie 3. Przy tym odczycie wartości 04^{c} i 40^{cc} zapisujemy w dolnej części podziału kolumny 3. Jeżeli wspomniana różnica odczytów nie przekracza podwójnej wartości dokładności odczytu z instrumentu, sekretarz dokonuje uśrednienia tych odczytów (wartości „^c” i „^{cc}”) wpisując je do kolumny 4 (0.0430^{g}).

Kolejną czynnością jest wycelowanie na prawie ramię kąta, czyli punkt 20, zachowując przy tym wszystkie w/w zasady ustawienia siatki celowniczej na wybrany cel. Po dokładnym wycelowaniu na punkt 20 dokonujemy odczytu z kręgu poziomego (np. 67.8460^{g}). Wynik tego pomiaru sekretarz zapisuje również w kolumnie 3 we właściwych okienkach (tzn. tak jak przy zapisie odczytu wykonanego na cel lewy 10) na wysokości wpisanego w kolumnie 2 celu 20. Teraz, przy użyciu leniwki alidady, zaburzamy dokładność z jaką wycelowaliśmy do punktu 20 i ponownie celujemy (za pomocą tej samej leniwki alidady) do punktu 20 dokonując po raz drugi odczytu z limbusa (np. 67.8500^{g}). Jeżeli różnica tych odczytów nie przekracza podwójnej wartości dokładności odczytu z instrumentu, sekretarz dokonuje uśrednienia tych odczytów (wartości „^c” i „^{cc}”) wpisując je do kolumny 4 (67.8480^{g}). Na tym etapie został wykonany pomiar kąta w jednym położeniu lunety.

Następną czynnością jest pomiar tego samego kąta w II położeniu lunety. W tym celu obracamy lunetę przez zenit (wokół własnej osi obrotu) a następnie obracamy alidadę o 200^{g} i celujemy na punkt 20. Tu należy zwrócić uwagę na to, że w II położeniu lunety wykonujemy te same czynności co przy I położeniu lunety, ale w odwrotnej kolejności. Oznacza to, że w pierwszej kolejności celujemy na prawe ramię kąta a na końcu na jego lewą ramię. Tak więc po dokładnym wycelowaniu na prawe ramię kąta (punkt 20) wykonujemy odczyt z kręgu poziomego (np. 267.8600^{g}). Wartość tego odczytu wpisujemy do kolumny 5 na wysokości wpisanego w kolumnie 2 celu 20 (czyli obok odczytu z I położenia lunety dla prawego ramienia kąta, czyli punktu 20). Teraz, przy użyciu leniwki alidady, zaburzamy dokładność z jaką wycelowaliśmy do punktu 20 i ponownie celujemy (za pomocą tej samej leniwki alidady) do punktu 20 dokonując po raz drugi odczytu z limbusa (np. 267.8560^{g}). Jeżeli różnica tych odczytów nie przekracza podwójnej wartości dokładności odczytu z instrumentu, sekretarz dokonuje uśrednienia tych odczytów (wartości „^c” i „^{cc}”) wpisując je do kolumny 6 (267.8580^{g}). Ostatnią czynnością pomiarową jest dokładne wycelowanie do punktu 10 (lewe ramię kąta) i wykonanie odczytu (np. 200.0480^{g}). Wartość tą zapisujemy w kolumnie 5 na wysokości wpisanego w kolumnie 2 celu 10. Ponownie poruszamy leniwką alidady (wtedy

siatka celownicza zejdzie z celu) a następnie za pomocą tej samej leniwki naprowadzamy krzyż kresek na wybrany cel, czyli punkt 10. Dokonujemy odczytu z kręgu poziomego (np. 200.0520^g) zapisując go w kolumnie 5 wg wyżej opisanych zasad. Jeżeli różnica tych odczytów nie przekracza podwójnej wartości dokładności odczytu z instrumentu, sekretarz dokonuje uśrednienia tych odczytów (wartości „^c” i „^{cc}”) wpisując je do kolumny 6 (200.0500^g).

Na tych czynnościach kończy się pomiar kąta w jednej serii. Teraz należy obliczyć wartość kąta na podstawie danych z pomiaru. Wartość kąta obliczamy z różnicy pomierzonych kierunków, czyli od wartości średniej z kierunku na prawym ramieniu (20) kąta odejmujemy wartość średnią z kierunku na lewym ramieniu (10) kąta. Wykonujemy te czynności niezależnie dla I i II położenia lunety. Tak więc dla:

$$\text{I położenia lunety otrzymujemy } 67.8480^g - 0.0430^g = 67.8050^g$$

$$\text{II położenia lunety otrzymujemy } 267.8580^g - 200.0500^g = 67.8080^g$$

Uzyskane z obliczeń wartości kąta dla I i II położenia lunety wpisujemy w kolumnie 7. W kolumnie tej, podobnie jak w poprzednich przypadkach, wartość gradów (67^g) wpisujemy dużą cyfrą w całym okienku, natomiast dla wartości „^c” i „^{cc}” kolumna 7 jest również podzielona na 2 części (górną i dolną). Wartości 80^c i 50^{cc} (dla I położenia lunety) zapisujemy w górnej części podziału kolumny 7, a wartości 80^c i 80^{cc} (dla II położenia lunety) zapisujemy w dolnej części podziału kolumny 7. Teraz uśredniamy obliczone wartości kąta z I i II położenia lunety i uśrednione wartości „^c” i „^{cc}” zapisujemy w kolumnie 8, czyli 200.0930^g.

Aby wykonać drugą serię należy ustawić odczyt na kręgu poziomym w okolicach 100^g (zgodnie z wzorem 1) i wykonać dokładnie te same czynności co w pierwszej serii. Przykład pomiaru tego kąta został przedstawiony w dzienniku do pomiaru kątów w tabeli 1. W kolumnie 9 wpisujemy średnią wartość kąta z I i II serii, czyli 67.8045^g.

Po zakończeniu pomiaru kąta, przed zdjęciem instrumentu ze stanowiska, należy wykonać obliczenia kontrolne (kolumna 10 i 11) oraz wykonać szkic pomiaru kąta w kolumnie 12. W kolumnie 10 na wysokości kierunku 10, wpisujemy sumę średnich wartości odczytów kierunku 10 dla I i II położenia lunety, czyli 0.0430^g + 200.0500^g otrzymując wartość 200.0930^g. Tą samą czynność wykonujemy dla kierunku 20 sumując średnie wartości odczytów kierunku 20 dla I i II położenia lunety, czyli 67.4480^g + 267.8580^g otrzymując wartość 335.7060^g. Następnie przechodzimy do kolumny 11, która jest podzielona na 2 wiersze dla obliczanego kąta (górną dla kierunku 10 i dolną dla kierunku 20). W górnym wierszu obliczamy różnicę z kierunków obliczonych w kolumnie 10, czyli 335.7060^g -

200.0930^g uzyskując 135.6130^g, natomiast w dolnym wierszu kolumny 11 obliczamy połowę uzyskanej wartości z górnego wiersza kolumny 11, czyli $135.6130^g / 2$ otrzymując wartość kąta 67.8065^g. Wartość ta musi się idealnie zgadzać z obliczonym kątem w kolumnie 8. Te same czynności wykonujemy dla 2 serii.

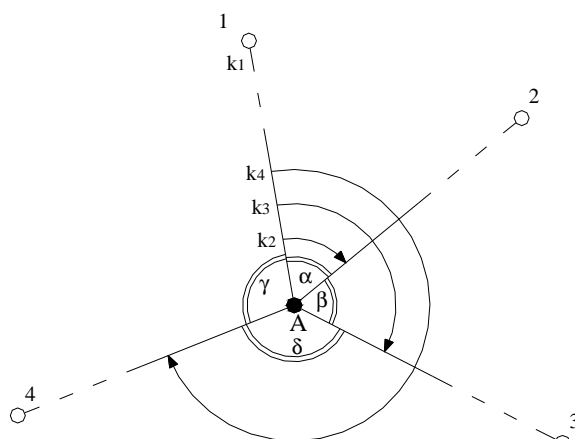
Nie można również zapomnieć o wypełnieniu opisów dotyczących daty, obserwatora, sekretarza a także daty sprawdzenia oraz sprawdzającego. W przypadku pomiaru większej liczby kątów zachodzi potrzeba wykorzystania większej liczby dzienników pomiarowych. Dlatego też istotną rzeczą jest aby na każdej stronie formularza wpisać odpowiedni numer strony.

Tabela 1.

POMIAR KATA METODA POJEDYNCZEGO KATA

Stanowisko	Cel	I Położenie lunety						I Położenie lunety						Kierunki zredukowane						Średnia wartość kątów						Obliczenia kontrolne						Data
		Noniusz-koincydencja						Noniusz-koincydencja																		Suma śr. odczyt. I + II dla poszcz. kier.			Różnica obl. z kierunków z kolumny 10			Obserwator
		A B			Średnia			A B			Średnia			I Z położenia			Średnia			I + II dla poszcz. kier.			½ różnicy = kąt			Sekretarz						
		g	c	cc	c	cc	g	c	cc	c	cc	g	c	cc	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	Szkic ciągu	Uwagi					
1	2	3			4		5			6		7			8		9			10			11			12						
A	10	0	04	20	04	30	200	04	80	05	00							200	09	30	135	61	30									
			04	40				05	20																							
	20	67	84	60	84	80	267	86	00	85	80	67	80	50	80	65		335	70	60	67	80	65									
			85	00				85	60																							
																		67	80	45												
A	10	100	10	00	10	20	300	10	40	10	30							400	20	50	135	60	50									
			10	40				10	20																							
	20	167	90	40	90	30	367	90	60	90	70	67	80	10	80	25		535	81	00	67	80	25									
			90	20				90	80																							
																									Data sprawdz.:							
																									Sprawdził:							

Pomiar kątów metodą kierunkową



Rys. 3. Pomiar kąta metodą kierunkową.

Podobnie jak w poprzedniej metodzie pomiar rozpoczynamy od ustawienia sprawdzonego i ewentualnie zrektyfikowanego teodolitu na stanowisku A. Zakładając, że ponownie będziemy wykonywać 2 serie, ustawiamy początkowy odczyt na limbusie w okolicach 0^{g} (np. 0.0240^{g}). Wykonujemy to w taki sam sposób jak w omówionej już metodzie pomiaru kąta. W dzienniku pomiarowym w kolumnie 1 wpisujemy nr stanowiska, czyli punkt A, a następnie kolumnę 2 wypełniamy wpisując kolejno w każdym okienku numery punktów, między którymi będziemy wyznaczać kąty. Rozpoczynamy od punktu 1 i zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara zapisujemy kolejno punkty 2, 3 i 4. Teraz celujemy do punktu 1, zwalniamy sprzęg repetycyjny i zapisujemy ustawiony odczyt 0.0240^{g} w dzienniku pomiarowym w kolumnie 3. Zwalniamy sprzęg repetycyjny, poruszamy w niewielkim zakresie leniwką alidady, tak aby siatka celownicza zeszła z celu i ponownie ustawiamy krzyż kresek na kierunku 1 za pomocą tej samej leniwki (leniwki alidady). Zapisujemy ponownie w kolumnie 3 odczyt (np. 0.0260^{g}). Zapisy te (podwójne wycelowanie na ten sam kierunek) wykonujemy w taki sam sposób jak w omówionej już metodzie pomiaru pojedynczego kąta. Uśredniamy wartości „^c” i „^{cc}” wpisując je do kolumny 4. Następnie celujemy na punkt 2 i wykonujemy ponownie odczyt z kręgu poziomego (np. 58.5580^{g}) zapisując go w kolumnie 3. Poruszamy w niewielkim zakresie leniwką alidady, tak aby siatka celownicza zeszła z celu i ponownie ustawiamy krzyż kresek na kierunku 2 za pomocą tej samej leniwki (leniwki alidady). Zapisujemy ponownie w kolumnie 3 odczyt (np. 58.5540^{g}). Uśredniamy wartości „^c” i „^{cc}” wpisując je do kolumny 4. Te same czynności (dwukrotny pomiar i zapis w

kolumnie 3) wykonujemy celując kolejno na punkt 3 i 4. Przykładowe odczyty z kręgu poziomego wynoszą: dla punktu 3 – 127.4820^{g} i 127.4800^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej), dla punktu 4 – 269.8060^{g} i 269.8100^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej). Dla każdego punktu niezależnie uśredniamy wartości „^c” i „^{cc}” wpisując je do kolumny 4. Na końcu celujemy ponownie do punktu 1 i wykonujemy dwukrotnie odczyt z limbusa, np. 0.0200^{g} i 0.0220^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej). Uśredniamy wartości „^c” i „^{cc}” wpisując je do kolumny 4. W ten sposób wykonujemy tzw. zamknięcie horyzontu, co daje nam też kontrolę poprzez porównanie odczytów (początkowy i końcowy) na kierunku 1.

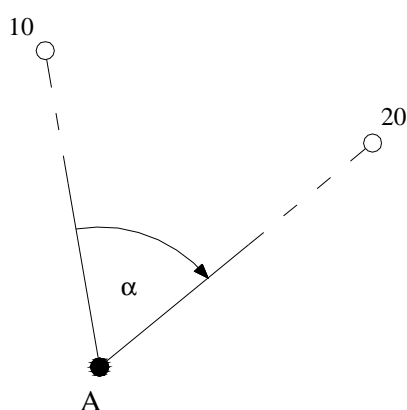
Kolejną czynnością jest wykonanie pomiaru tych samych kierunków w II położeniu lunety. W tym celu obracamy lunetę wokół własnej osi obrotu przez zenit, obracamy alidadę o 200^{g} i celujemy ponownie na punkt 1. Wykonujemy dwukrotny odczyt, np. 200.0180^{g} i 200.0220^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej). Wyniki zapisujemy w kolumnie 5 a uśrednione wartości „^c” i „^{cc}” wpisujemy do kolumny 6. Ważną rzeczą jest aby wyniki te zapisać w kolumnie 5 i 6, ale w wierszu odnoszącym się do punktu 1 mierzonego jako punkt ostatni, czyli w ostatnim wierszu. Wynika to z tego, że dalszy pomiar polega na celowaniu do punktów w odwrotnej kolejności niż w I położeniu lunety. Tak więc po pomiarze kierunku 1 celujemy odpowiednio do punktów 4, 3, 2 i na końcu zamykamy horyzont ponownie celując do punktu 1. Przy każdym wycelowaniu do punktu dokonujemy dwukrotnego odczytu z kręgu poziomego. Wyniki zapisujemy w kolumnie 5 a uśrednione wartości „^c” i „^{cc}” wpisujemy do kolumny 6. Przykładowe odczyty dla punktów 4, 3, 2 i 1 wynoszą: 4 – 69.8040^{g} i 69.8040^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej), 3 – 327.4860^{g} i 327.4820^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej), 2 – 258.5500^{g} i 258.5540^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej), 1 – 200.0240^{g} i 200.0200^{g} (po zmianie położenia siatki celowniczej). W ten sposób zakończyliśmy pomiar wszystkich kierunków w I serii. Wszystkie wyniki pomiaru dla I serii zostały przedstawione w tabeli 2.

Aby wykonać pomiar tych samych kierunków w II serii należy ustawić początkowy odczyt w okolicach 100^{g} i powtórzyć czynności z pomiarowe wykonywane dla I serii. Oczywiście ostateczne wartości kątów byłyby liczone ze średniej arytmetycznej dla I i II serii pomiarowej. Po wykonaniu pomiarów należy przystąpić do wyrównania poszczególnych kierunków. Wyrównane kierunki stanowią wartości kątów między poszczególnymi kierunkami a kierunkiem na punkt 1.

Obliczenia wykonujemy od redukcji wszystkich kierunków z I i II położenia lunety o średnią wartość kierunku I wyznaczanego jako punkt początkowy. Tak więc dla I położenia lunety wszystkie średnie kierunki wyznaczone na punktach $1, 2, 3, 4, I$ pomniejszamy o średnią wartość kierunku I , wyznaczanego jako punkt początkowy, czyli 0.0250^g . Wartości te ($58.5560^g - 0.0250^g$; $127.4810^g - 0.0250^g$; $269.8080^g - 0.0250^g$; $0.0210^g - 0.0250^g$) wpisujemy do kolumny 7, która jest podzielona dla wartości „^c” i „^{cc}” na 2 części (górną i dolną). Ponieważ są to obliczenia dla I położenia lunety, więc zapisu dokonujemy tak jak do tej pory, a więc wartości „^c” i „^{cc}” piszemy w górnej części kolumny 7. Te same czynności obliczeniowe wykonujemy dla II położenia lunety, gdzie wszystkie średnie kierunki wyznaczone na punktach $1, 2, 3, 4, I$ pomniejszamy o średnią wartość kierunku I , wyznaczanego jako punkt początkowy w II położeniu lunety, czyli 200.0220^g . Wartości te ($258.5520^g - 200.0220^g$; $327.4840^g - 200.0220^g$; $69.8040^g - 200.0220^g$; $200.0200^g - 200.0220^g$) wpisujemy do kolumny 7. Ponieważ są to obliczenia dla II położenia lunety, więc zapisu dokonujemy tak aby wartości „^c” i „^{cc}” znalazły się w dolnej części kolumny 7. Mając zredukowane kierunki dla I i II położenia lunety dokonujemy uśrednienia wartości „^c” i „^{cc}” z obu położen lunety i wpisujemy je do kolumny 8. W ostatnim wierszu dla kierunku I otrzymaliśmy wartość 399.9970^g . Widać, że do zamknięcia horyzontu (czyli $400^g = 0^g$) brakuje 30^{cc} . Tak więc odchyłkę tą $f_k = -30^{cc}$ należy rozrzucić z przeciwnym znakiem na wszystkie kierunki tak aby uzyskać zamknięcie horyzontu. W pierwszej kolejności obliczamy poprawkę $v_k = \frac{-f_k}{n} = +7.5^{cc}$, gdzie n jest liczbą kierunków. Otrzymałą poprawkę rozrzucamy w ten sposób, że dla kierunku 2 (traktowanego jako pierwszy kierunek od kierunku zerowego czyli punktu I) mnożymy v_k przez 1, dla kierunku 3 mnożymy v_k przez 2, dla kierunku 4 mnożymy v_k przez 3, a dla kierunku I (traktowanego jako zamknięcie horyzontu) mnożymy v_k przez 4. W ten sposób uzyskamy poprawki dla każdego kierunku, które zaokrąglamy do całkowitych wartości „^{cc}” i wpisujemy na czerwono w kolumnie 8 nad uśrednionymi zredukowanymi wartościami „^{cc}”. Dalej przechodząc do kolumny 9 należy zmienić tytuł tej kolumny. Wpisujemy tu wartości kierunków zredukowanych i poprawionych o poprawki v_k , czyli kierunki wyrównane. W kolumnie 10 i 11 wykonujemy obliczenia kontrolne w sposób opisany już przy omawianiu pomiaru pojedynczego kąta. Należy tylko zwrócić jeszcze uwagę na sumę średnich odczytów kierunków 4 i I (traktowanego jako zamknięcie horyzontu) z I i II położenia lunety. Uzyskaliśmy dla nich wartości odpowiednio $269.8080^g + 69.8040^g = 739.6120^g$ oraz $0.0210^g + 200.0200^g = 1000.0410^g$. Wyniki te

otrzymano dodając do kierunku 4 (II położenie lunety) 400^g oraz do kierunku 1 (traktowanego jako zamknięcie horyzontu) dla I i II położenia lunety dodano po 400^g . Wynika to z faktu przekroczenia wartości kąta pełnego na limbusie (400^g) dla tych kierunków. W kolumnie 12 wykonujemy szkic pomiaru oraz zapisujemy wyrównane kierunki zredukowane do poszczególnych punktów.

Pomiar kąta metodą repetycyjną



Rys. 4. Pomiar kąta metodą repetycyjną.

Pomiar rozpoczynamy od ustawienia sprawdzonego i ewentualnie zrektyfikowanego teodolitu na stanowisku A. Ustawiamy odczyt na kręgu poziomym w okolicach 0^g i zaciskamy sprzęg repetycyjny, który unieruchamia alidadę względem limbusa. W dzienniku pomiarowym w kolumnie 1 i 2 zapisujemy odpowiednio nr stanowiska i numery kierunków lewego 10 i prawego 20. Celujemy na lewą ramię kąta, czyli punkt 10. Zapisujemy ustawiony odczyt np. 0.0460^g w dzienniku pomiarowym w kolumnie 3 (tabela 3). Zwalniamy sprzęg repetycyjny, poruszamy w niewielkim zakresie leniwką alidady i ponownie ustawiamy oś celową na lewym ramieniu kąta (punkt 10) dokonując odczytu, np. 0.0440^g , który również zapisujemy w kolumnie 3. Uśredniamy oba odczyty z wpisując wartości „^c” i „^{cc}” w kolumnie 4. Średnia wartość na kierunku 10 w I położeniu lunety wynosi $O_L^I = 0.0450^g$. Następnie obracamy alidadę zgodnie z ruchem wskazówek zegara i celujemy na prawe ramię kąta, czyli punkt 20. Wykonujemy odczyt np. 141.5620^g i zapisujemy go w kolumnie 3 na wysokości (w wierszu) odnoszącej się do punktu 20. Poruszamy w niewielkim zakresie leniwką alidady i

ponownie ustawiamy oś celową na prawym ramieniu kąta (punkt 20) dokonując odczytu, np. 141.5660° , który również zapisujemy w kolumnie 3. Uśredniamy oba odczyty z wpisując wartości „ $^{\circ}$ ” i „ cc ” w kolumnie 4. Średnia wartość na kierunku 20 w I położeniu lunety wynosi $O_P^I = 141.5640^{\circ}$. Średnia wartość O_P^I stanowi przybliżoną wartość ostatecznego kąta. W ten sposób pierwszy raz odłożyliśmy kąt. Metoda repetycyjna polega na odłożeniu tego kąta n razy w dwóch położeniach lunety. Załóżmy, że wykonamy 3 repetycje w I i 3 w II położeniu lunety. W tym celu zaciskamy sprzęg repetycyjny i celujemy ponownie na lewą ramię kąta, czyli punkt 10, nie dokonując odczytu (wartość kierunku na limbusie nie ulegnie zmianie). Zwalniamy sprzęg repetycyjny i celujemy na prawe ramię kąta, czyli punkt 20, nie dokonując odczytu. Na tym etapie wykonaliśmy 2 repetycje pomiaru kąta w I położeniu lunety. Teraz ponownie zaciskamy sprzęg repetycyjny i celujemy na lewą ramię kąta, czyli punkt 10, nie dokonując odczytu (wartość kierunku na limbusie nie ulegnie zmianie). Zwalniamy sprzęg repetycyjny i celujemy na prawe ramię kąta, czyli punkt 20, nie dokonując odczytu. Zaciskamy sprzęg repetycyjny. W ten sposób zakończyliśmy pomiar w I położeniu lunety wykonując 3-krotne odłożenie wartości kąta (3 repetycje). Następnie obracamy lunetę przez zenit i celujemy na lewą ramię kąta, czyli punkt 10, nie dokonując odczytu. Zwalniamy sprzęg repetycyjny. Ponownie wykonujemy 3-krotne odłożenie kąta tak jak w I położeniu lunety. Celując do prawego ramienia kąta przy 3 repetycji w II położeniu lunety wykonujemy dwukrotnie odczyt z kręgu poziomego w znany nam już sposób. Wyniki te zapisujemy w kolumnie 5, a średnie wartości „ $^{\circ}$ ” i „ cc ” w kolumnie 6 na wysokości (w wierszu) odnoszącej się do punktu 20. Przykładowo odczyty te wynoszą 49.1100° i 49.1140° . Średnia wartość odczytu na prawym ramieniu kąta, punkcie 20, w II położeniu lunety wynosi $O_P^{II} = 49.1120^{\circ}$. Teraz należy obliczyć ostateczną wartość odłożonego kąta $n=6$ razy i zapisać w kolumnie 9. Wartość tego kąta obliczymy z wzoru (2):

$$\alpha = \frac{O_P^{II} - O_L^I + m \cdot 400^{\circ}}{n} = 141^{\circ} 51' 12'' \quad (2)$$

gdzie:

O_L^I - średnia wartość odczytu na lewym ramieniu kąta (punkt 10) w I położeniu lunety

$$O_L^I = 0.0450^{\circ}$$

O_P^{II} - średnia wartość odczytu na prawym ramieniu kąta (punkt 20) w II położeniu lunety

$$O_P^{II} = 49.1120^{\circ}$$

n – liczba repetycji z I i II położenia lunety (w naszym przypadku $n=6$)

m – liczba pełnych obrotów limbusa, obliczana z wzoru (3):

$$m = \frac{n \cdot \alpha_{prz.}}{400^g} = 2 \quad (3)$$

gdzie:

$\alpha_{prz.}$ - przybliżona wartość kąta obliczana na podstawie odczytów z I położenia lunety O_L^I i O_P^I według wzoru (4):

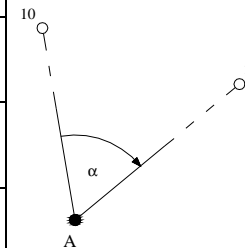
$$\alpha_{prz.} = O_P^I - O_L^I = 141^g 51^c 70^{cc} \quad (4)$$

Na uwagę zasługuje sposób obliczania pełnych obrotów limbusa m z wzoru (3). Otóż jak nazwa wskazuje są to pełne obroty, więc wynikiem jest zawsze tylko liczba całkowita i nie wynikająca z zaokrąglenia uzyskanego wyniku.

Tabela 3.

POMIAR KĄTA METODA REPETYCYJNA

Stanowisko	Cel	I Położenie lunety					I Położenie lunety					Kierunki zredukowane						Obliczenia kontrolne						Data			
		Noniusz-koincydencja					Noniusz-koincydencja											Średnia wartość kątów						Suma śr. odczyt. I + II dla poszcz. kier.			Różnica obl. z kierunków z kolumny 10
		A B			Średnia		A B			Średnia		I Z położenia			Średnia			Suma śr. odczyt. I + II dla poszcz. kier.			½ różnicy = kąt			Sekretarz			
		g	c	cc	c	cc	g	c	cc	c	cc	g	c	cc	c	cc	g				c	cc	g	c	cc	g	c
1	2	3			4		5			6		7			8			9			10			11			12
A	10	0	04	60	04	50																					
	20	141	56	20	56	40	49	11	00	11	20						141	51	12								



141^g 51^c 12^{cc}

Data sprawdz.:

Sprawdził:

