

Formerly 676.0825

WOJSKOWY INSTYTUT GEOGRAFICZNY

Geogr. 29 Og.
1939

Wydanie tymczasowe

WYŁĄCZNIE DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

2705

**INSTRUKCJA UŻYCIA
WSPÓŁRZĘDNYCH PROSTOKĄTNYCH**

WOJSKOWEGO INSTYTUTU GEOGRAFICZNEGO

CZĘŚĆ I

ZACHÓD

Instruction for the use of Directangular coordinates
of the W.I.G.

Part 1

West.



**DIRECTORATE
MILITARY SUPPLIES
LIBR.**

bu 220c

TO BE RETURNED TO S.
IMMEDIATELY WHEN FINISHED WITH

To Trig Lib with Peters notes.

W A R S Z A W A - 1 9 3 9

Incl. No. 7 to F2-061(676)
DMil Socy

C.4054

B676.2005CZ

DIRECTORATE OF
MILITARY SURVEY
TRIG. LIBRARY

No. Bu 220 C

BE RETURNED TO S.P.O.
IMMEDIATELY WHEN FINISHED WITH

WOJSKOWY INSTYTUT GEOGRAFICZNY

Geogr. 29 Og.
1939

Wydanie tymczasowe

WYŁĄCZNIE DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

INSTRUKCJA UŻYCIA
WSPÓŁRZĘDNYCH PROSTOKĄTNYCH
WOJSKOWEGO INSTYTUTU GEOGRAFICZNEGO

CZĘŚĆ I
ZACHÓD



W A R S Z A W A — 1 9 3 9

SZTAB GŁÓWNY

Nr spr. 2423/III Og. Tj.

Warszawa, 19.VII.1939 r.

ROZKAZ WPROWADZAJĄCY.

Zatwierdzam do użytku służbowego Instrukcję
Użycia Współrzędnych Prostokątnych Wojsko-
wego Instytutu Geograficznego, Część I Zachód.

SZEF SZTABU GŁÓWNEGO

(—) W. STACHIEWICZ
Generał Brygady.

SPIS RZECZY

	Str.
1. Katalogi współrzędnych i poprawki uzgadniające siatki km. na mapach	7
2. Przykłady zastosowania współrzędnych :	
a) obliczenie azymutu geograficznego	14
b) obliczenie odległości	16
c) zagęszczenie triangulacji	18
3. Sposoby odszukiwania w terenie śladów stabilizacji punktów zaginionych	22
4. Typy kamieni stabilizacyjnych w terenie	25

Załączniki: 1) Odległości i kierunki do punktu
centralnego

2) Poprawki (redukcje) kierunków

Zauważone błędy w katalogach zostaną oddzielnie
wydane.

KATALOGI WSPÓLRZĘDNYCH I POPRAWKI UZGADNIAJĄCE SIATKI KM NA MAPACH.

Katalogi współrzędnych prostokątnych wydane są w osobnych zeszytach dla poszczególnych arkuszy mapy 1 : 100 000. Zawierają one:

- a) współrzędne prostokątne płaskie X, Y punktów triangulacyjnych w odwzorowaniu W. I. G.
- b) wysokości W tych punktów, odniesione do poziomu morza.

Punkty triangulacyjne w każdym zeszycie są uporządkowane według arkuszy mapy 1 : 25 000, to jest według znaków: A, B, C, D, E, F, G, H, I i według malejącej współrzędnej X.

Przed wykorzystywaniem współrzędnych należy poprawić ewentualne omyłki według oddzielnie wydanego arkusza poprawek.

W pierwszej kolumnie katalogu podana jest liczba porządkowa punktu triangulacyjnego, licząc osobno dla każdego arkusza mapy 1 : 100 000.

W drugiej kolumnie podana jest nazwa punktu triangulacyjnego. Nazwy punktów w katalogach wzięte są z wykazów źródłowych i w niektórych wypadkach różnią się od nomenklatury, ustalonej na mapach. W takich razach,

przy odszukiwaniu na mapie punktów kierować się należy najpierw wysokością punktu, a następnie jego współrzędnymi. Dotyczy to również punktów o tej samej nazwie i różnym znakowaniu np. I, II itd.

W trzeciej kolumnie podany jest rząd triangulacji od 1 do 4. Znak „p. p.” oznacza punkt poligonowy, który jest równorzędny punktowi 4 rzędu. Brak oznaczenia rzędu wynika z braku odpowiednich danych w materiałach źródłowych.

W kolumnie czwartej i piątej podane są współrzędne prostokątne płaskie w odwzorowaniu W I G., obliczone ze współrzędnych triangulacji W. I. G. i triangulacji przedwojennych: niemieckiej, austriackiej i rosyjskiej. **Ażeby uzyskać materiał jednolity i ciągły na całym obszarze objętym katalogami, wszystkie triangulacje sprowadzone są do jednego układu geograficznego „Rauenberg”.**

W układzie „Rauenberg” zostały wydane mapy zachodniej części Polski, mianowicie województw Pomorskiego, Poznańskiego i części Śląskiego. Mapy 1:25000 i 1:100 000, obejmujące tereny tych województw, mają siatki km zgodne z układem katalogu.

Mapy innych terenów, wydane na podstawie unaczęśnionych materiałów kartograficznych rosyjskich i austriackich mają wkreślone siatki km niezgodne z układem „Rauenberg”.

Siatki te są dowiązane albo do układów pierwotnych (rosyjskich, austriackich), albo do nowej, państwowej triangulacji w układzie „Borowa Góra”. **Poprawki uzgadniające siatkę km z układem „Rauenberg”, dla map wydanych w pierwotnych układach, są zawarte w poniższym wykazie.** Poprawki do przejścia z układu „Borowa Góra” na układ „Rauenberg” podane są na marginesie odnośnych arkuszy map.

UWAGA: Punkty trygonometryczne okolic Warszawy obliczone są w układzie „Borowa Góra”. Aby uzyskać ciągłość z układem „Rauenberg”, należy wprowadzić poprawki, podane w uwadze, poprzedzającej katalog punktów tego obszaru.

WYKAZ POPRAWEK

do przejścia na współrzędne układu „Rauenberg” z współrzędnych, odmierzonych na mapie.

Poprawki odnoszą się do środka arkusza mapy.

Arkusze oznaczone gwiazdką mają siatkę nie przydatną do celów kartometrycznych, z powodu błędów w materiałach źródłowych.

Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów	Popr. Y-ów	Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów	Popr. Y-ów
	w metrach			w metrach	
P.36 S.31—A	dodać 65	odjąć 14	P.38 S.27—A	dodać 48	odjąć 128
B	” 65	” 5	B	” 48	” 118
C	” 64	dodać 4	C	” 47	” 109
D	” 61	odjąć 14	D	” 43	” 128
E	” 61	” 5	E	” 43	” 119
F	” 60	dodać 4	F	” 43	” 110
G	” 57	odjąć 15	G	” 38	” 128
H	” 56	” 4	H	” 38	” 119
I	” 56	dodać 3	I	” 37	” 110
P.36 S.34—E	dodać 58	dodać 76	P.38 S.30—D	dodać 38	odjąć 46
F	” 58	” 85	G	” 34	” 46
H	” 53	” 76	P.38 S.31—G	dodać 34	odjąć 18
I	” 53	” 85	H	” 33	” 9
P.37 S.34—A	dodać 49	dodać 65	I	” 32	dodać 1
B	” 48	” 75	P.38 S.32—G	dodać 32	dodać 10
C	” 48	” 84	P.39 S.26—A	dodać 35	odjąć 159
D	” 44	” 65	B	” 35	” 149
E	” 43	” 75	C	” 35	” 139
F	” 43	” 84	D	” 31	” 160
G	” 37	” 65	E	” 30	” 150
H	” 37	” 75	F	” 30	” 140
I	” 36	” 84			
P.37 S.35—A	dodać 48	dodać 94	P.39 S.26—G	dodać 27	odjąć 161
B	” 48	” 103	H	” 27	” 151
C	” 47	” 113	I	” 27	” 140
D	” 43	” 94	P.39 S.27—A	dodać 34	odjąć 129
E	” 42	” 103	B	” 34	” 120
F	” 42	” 113	C	” 34	” 110
G	” 36	” 94	D	” 29	” 130
H	” 36	” 103	E	” 29	” 120
I	” 35	” 113			

Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów	Popr. Y-ów	Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów	Popr. Y-ów
	w metrach			w metrach	
P.39 S.27—F	dodać 29	odjąć 111	P.39 S.33—H	dodać 16	dodać 46
G	" 26	" 130	I	" 16	" 56
H	" 26	" 121	P.40 S.26—A	dodać 25	odjąć 162
I	" 26	" 112	B	" 24	" 152
P.39 S.29—B	dodać 30	odjąć 66	C	" 23	" 141
C	" 29	" 56	D	" 21	" 162
E	" 25	" 66	E	dodać 21	odjąć 152
F	" 24	" 56	F	" 21	" 142
P.39 S.30—A	dodać 29	odjąć 47	G	" 19	" 163
B	" 29	" 37	H	" 18	" 153
C	" 28	" 28	I	" 16	" 143
D	" 24	" 47	P.40 S.27—A	dodać 23	odjąć 131
E	" 24	" 37	B	" 22	" 123
F	" 23	" 28	C	" 22	" 113
G	" 21	" 48	D	" 20	" 132
H	" 20	" 38	E	" 19	" 123
I	" 20	" 29	F	" 18	" 113
P.39 S.31—A	dodać 28	odjąć 18	G	" 16	" 133
B	" 27	" 10	H	" 15	" 124
C	" 27	dodać 1	I	" 15	" 114
D	" 23	odjąć 19	P.40 S.30—A	dodać 17	odjąć 48
E	" 22	" 10	B	" 16	" 39
F	" 22	" 0	C	" 16	" 29
G	" 19	odjąć 19	D	" 12	" 48
H	" 19	" 10	E	" 12	" 39
I	" 18	" 0	E	" 12	" 29
P.39 S.32—A	dodać 27	dodać 10	G	" 8	" 49
B	" 27	" 19	H	" 8	" 39
C	" 26	" 28	I	" 7	" 29
D	" 22	" 9	P.40 S.31—A	dodać 15	odjąć 19
E	" 22	" 18	B	" 15	" 10
F	" 21	" 26	C	" 14	" 1
G	" 19	" 9	D	" 11	" 20
H	" 18	" 18	E	" 11	" 10
I	" 17	" 27	F	" 10	" 1
P.39 S.33—A	dodać 26	dodać 37	G	" 6	" 20
D	" 21	" 37	H	" 6	" 11
G	" 17	" 36	I	" 5	" 1

Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów	Popr. Y-ów	Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów	Popr. Y-ów
	w metrach			w metrach	
P.40 S.32—A	dodać 14	dodać 9	P.43 S.28—D	odjąć 25	odjąć 109
B	" 13	" 17	E	" 26	" 99
C	" 13	" 27	F	" 27	" 90
D	" 10	" 8	G	" 29	" 109
E	" 9	" 17	H	" 30	" 100
F	" 9	" 26	I	" 31	" 91
G	" 5	" 8	P.44 S.27—A	odjąć 29	odjąć 139
H	" 4	" 17	B	" 30	" 130
I	" 4	" 26	C	" 32	" 120
P.40 S.33—A	dodać 12	dodać 36	D*	"	"
B	" 12	" 46	E	" 35	" 131
C	" 11	" 55	F	" 36	" 121
D	" 8	" 36	G*	"	"
E	" 8	" 45	H	" 41	" 131
F	" 7	" 55	I	" 41	" 121
G	" 4	" 36	P.44 S.28—A	odjąć 33	odjąć 110
H	" 3	" 45	B	" 34	" 100
I	" 3	" 55	C	" 35	" 91
P.41 S.26—A	dodać 12	odjąć 163	D	" 37	" 111
B	" 11	" 155	E	" 38	" 101
C	" 10	" 144	F	" 39	" 92
D	" 6	" 164	G	" 42	" 111
E	" 5	" 153	H	" 42	" 101
F	" 4	" 144	I	" 43	" 92
G	" 0	" 164	P.44 S.29—A	odjąć 35	odjąć 82
H	" 0	" 154	B	" 36	" 72
I	odjąć 1	" 145	C	" 37	" 62
P.43 S.27—A	odjąć 15	odjąć 138	D	" 40	" 83
B	" 17	" 128	E	" 40	" 73
C	" 18	" 117	F	" 41	" 63
D	" 21	" 138	G	" 44	" 83
E	" 23	" 128	H	" 45	" 73
F	" 24	" 118	I	" 46	" 63
G	" 25	" 139	P.45 S.27—C*	"	"
H	" 26	" 129	F*	"	"
I	" 28	" 119	I*	"	"
P.43 S.28—A	odjąć 20	odjąć 107	P.45 S.28—A	odjąć 45	odjąć 112
B	" 21	" 98	B	" 46	" 102
C	" 22	" 89	C	" 47	" 92
			D	" 49	" 112

Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów		Popr. Y-ów	Arkusze map w układzie niezgodnym	Popr. X-ów		Popr. Y-ów		
	w metrach				w metrach				
P.45 S.28—E	odjąć	50	odjąć	103	P.46 S.30—A	odjąć	62	odjąć	55
F	"	51	"	93	B	"	63	"	46
G*					C	"	64	"	36
H	"	54	"	104	D	"	66	"	56
I	"	55	"	94	E	"	67	"	46
P.45 S.29—A	odjąć	48	odjąć	83	F	"	68	"	37
B	"	48	"	73	G	"	70	"	56
C	"	49	"	64	H	"	71	"	47
D	"	52	"	84	I	"	72	"	37
E	"	53	"	74	P.47 S.28—B*				
F	"	54	"	64	C	odjąć	71	odjąć	96
G	"	55	"	84	E*				
H	"	56	"	75	F	"	75	"	96
I	"	58	"	65	H*				
P.45 S.30—A	odjąć	50	odjąć	54	I*				
B	"	51	"	45	P.47 S.29—A	odjąć	72	odjąć	86
C	"	52	"	35	B	"	73	"	97
D	"	55	"	54	C	"	73	"	67
E	"	56	"	45	D	"	76	"	86
F	"	57	"	35	E	"	77	"	97
G	"	59	"	55	F	"	78	"	67
H	"	59	"	46	G	"	80	"	87
I	"	60	"	36	H	"	81	"	98
P.46 S.28—A*					I	"	82	"	68
B*					P.47 S.30—A	odjąć	74	odjąć	57
C	odjąć	58	odjąć	94	B	"	75	"	47
E*					C	"	76	"	37
F	"	63	"	95	D	"	78	"	57
H*					E	"	79	"	48
I	"	67	"	95	F	"	79	"	38
P.46 S.29—A	odjąć	59	odjąć	84	G	"	82	"	58
B	"	60	"	75	H	"	83	"	48
C	"	61	"	65	I	"	84	"	38
D	"	64	"	85	P.48 S.28—C*				
E	"	64	"	76	F*				
F	"	65	"	66	H*				
G	"	68	"	85	I*				
H	"	68	"	76	P.48 S.29—A*				
I	"	69	"	63	B*				
					C*				

W kolumnie szóstej podane są wysokości punktów triangulacyjnych.

Podane w katalogu wysokości nie odnoszą się do jednego poziomu odniesienia, lecz zależnie od pochodzenia triangulacji, opierają się:

dla triangulacji polskiej na niwelacji uzgodnionej z niemieckim „Normal - Null“,

dla triangulacji niemieckiej na „Normal - Null“,

dla triangulacji austriackiej na średnim stanie wody morza Adriatyckiego w Trieście,

dla triangulacji rosyjskiej na zerze wodowskazu w Kronsztaście.

Porównanie ze sobą niwelacji o różnych poziomach odniesienia napotyka na trudności, gdyż poza samymi różnicami poziomów odniesienia trzeba jeszcze wziąć pod uwagę błędy samej niwelacji, które w różnych punktach gromadzą się w różny sposób. Przybliżone różnice poziomów dla punktów nawiązanych do niwelacji precyzyjnej są następujące:

wysokości polskie = wysokości niemieckie,

wysokości polskie = wysokości austriackie mniej 0,36 m

wysokości polskie = wysokości rosyjskie więcej 0,24 m.

Bliższe uzasadnienie tych danych znaleźć można w „Wiadomościach Służby Geograficznej“ zeszyt 4/1937, str. 355—368.

W wysokościach rosyjskich i austriackich punktów triangulacyjnych można natrafić na różnice dochodzące do ± 5 m, które powstały stąd, że wysokości tych punktów wyznaczone były znacznie wcześniej niż sieć niwelacji precyzyjnej i nie zostały z nią uzgodnione.

W kolumnie siódmej są uwagi, dotyczące wysokości.

Dla punktów triangulacji polskiej, niemieckiej i austriackiej wysokości odnoszą się do górnej powierzchni kamiennego słupa stabilizacyjnego. Dla punktów triangulacji rosyjskiej wysokości odnoszą się do powierzchni ziemi nad znakami triangulacyjnymi.

Dla kościołów i obiektów stałych podane są objaśnienia, do jakiego punktu odnosi się wysokość. Wysokości kościołów, wzięte ze źródeł austriackich, odnoszą się do progu głównego wejścia kościoła. Dla niektórych obiektów nie można było podać żadnego wyjaśnienia z powodu braku ich w materiałach źródłowych. W tych wypadkach do wyjaśnienia może posłużyć porównanie z przebiegiem warstwic.

W „Bibliotece Służby Geograficznej“ Nr 8 (Katalog Punktów Trygonometrycznych) na załączniku Nr III znajduje się szkic zasięgów dawnych triangulacji: niemieckiej, rosyjskiej i austriackiej.

2. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA WSPÓLRZĘDNYCH.

a) Obliczenie azymutu geograficznego.

Wzór:
$$A = k + \beta + Zb. \quad \operatorname{tg} k = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

gdzie

A = azymut geograficzny kierunku z pierwszego punktu na drugi

k = kąt kierunkowy 1-2 (kąt liczony od osi układu prostokątnego)

β = poprawka kierunku

Zb = zbieżność południkowa w punkcie 1 względem południka 22°, który jest południkiem zerowym układu W. I. G.,

UWAGA 1: Ażeby otrzymać azymut kierunku odwrotnego 2-1 trzeba do k dodać lub odjąć 180°, a zbieżność obliczyć dla punktu 2.

UWAGA 2: Kąt kierunkowy k obliczony z powyższego wzoru odnosi się do linii prostej łączącej punkty 1 i 2 w odwzorowaniu prostokątnym. W terenie linia łącząca te punkty jest linią geodezyjną i na ogół odwzoruje się jako linia krzywa. Różnica pomiędzy kątem kierunkowym obserwowanym w terenie, a kątem obliczonym, jest poprawką β , jaką trzeba dodać do kierunku obliczonego, by azymut obliczony w powyżej podany sposób zgodził się z azymutem, wyznaczonym bezpośrednio z gwiazdy lub ze słońca, lub obliczonym ze współrzędnych geograficznych.

Największe poprawki kierunków β dla boków do 10 km będą:

Odległość od początku układu	Poprawka
d	β''
100 km	1,3
200 "	2,5
300 "	3,8
400 "	4,1
500 "	5,3

W razie gdyby poprawki te nie mogły być zaniedbane, można je obliczyć z wykresu na załączniku Nr 1 i Nr 2.

Przykład.

Dane współrzędne geograficzne i prostokątne punktu 1 i 2. Obliczyć azymut A_{12} ze współrzędnych prostokątnych:

1. $\varphi = 53^\circ 07' 34''$, 9340
 $\lambda = 26^\circ 49' 46''$, 4450

2. $\varphi = 52^\circ 58' 10''$, 9857
 $\lambda = 26^\circ 49' 51''$, 3306

$X_1 = 636\ 081,88$ m
 $Y_1 = 922\ 955,68$ m

$X_2 = 628\ 691,37$ m
 $Y_2 = 924\ 212,46$ m

$Y_2 - Y_1 = + 1\ 256,78$
 $X_2 - X_1 = -17\ 390,51$

$\log(Y_2 - Y_1) = 3,099\ 2593$
 $\log(X_2 - X_1) = 3,240\ 3124\ n$
 $\log \operatorname{tg} k = 8,858\ 9469\ n$

$85^\circ 51' 59'', 5$

$k = 175^\circ 51' 59'', 5$

poprawka $\beta = - 7'', 3$

Zbieżność $Zb = + 3^\circ 50' 08'', 9$

Azymut geograficzny $A_{12} = 179^\circ 42' 01'', 1$

Obliczając bezpośrednio azymut A_{12} ze współrzędnych geograficznych, otrzymamy wartość:

$A_{12} = 179^\circ 42' 01'', 2485$

Sposób obliczenia poprawki β z wykresu na załączniku Nr 1 i Nr 2 jest podany w przykładzie zagęszczenia triangulacji na stronie 16—20.

Zbieżność południkową względem południka zerowego obliczamy z tablic umieszczonych w Nr 9 „Biblioteki Służby Geograficznej“, interpolując dwukrotnie: raz ze

względem na szerokość geograficzną, a drugi raz ze względu na różnicę długości geograficznej od południka 22°. W tablicach na stronie 75 i 76 odczytujemy następujące wartości dla zbieżności południków:

$\lambda \backslash \varphi$	53° 05'	53° 10'	Różnice na 10' w φ
4° 40'	3° 42' 18"	3° 42' 26"	16"
4° 50'	3 50 15	3 50 23	16"

Różnice na 10' λ

7' 57"

7' 57"

7' 57"

Z tych danych szukamy najpierw zbieżności dla szerokości geogr. punktu 1.

$\lambda \backslash \varphi$	53° 07' 34", 9340=53° 07', 582
4° 40'	3° 42' 22", 1=3° 42' 18"-4,1; 2', 582×1", 6=4", 1
4° 50'	3 50 19 , 1=3° 50' 15"-4,1

Różnica na 10' w λ

7' 57"

= 477"

Następnie szukamy zbieżność dla różnicy długości punktu 1:

$$26^{\circ} 49' 46'', 445 - 22^{\circ} = 4^{\circ} 49' 41, 445 = 4^{\circ} 49', 774$$

Zbieżność równa się:

$$3^{\circ} 42' 22, 1 + 7' 46'', 2 = 3^{\circ} 50' 08', 3 \pm 1''$$

gdzie:

$$7' 46'', 2 = 9', 774 \times 47'', 7 = 466'', 2$$

Dokładność zbieżności obliczonej z tablic wynosi około 1 sekundy łuku. Obliczając zbieżność ze wzoru (17) na stronie XXII powyższych tablic otrzymalibyśmy:

$$Zb = 3^{\circ} 50' 08'', 9.$$

b) Obliczenie odległości ze współrzędnych

Wzór:

$$l = \sqrt{(Y_2 - Y_1)^2 + (X_2 - X_1)^2} = \frac{Y_2 - Y_1}{\sin k} = \frac{X_2 - X_1}{\cos k}$$

gdzie:

l = odległość punktów 1—2 w rzucie

k = kąt kierunkowy

UWAGA: Odległość „ l ” obliczona z wzoru poprzedniego w porównaniu z odległością „ S ” mierzoną w terenie będzie zniekształcona, zgodnie z prawem rzutu W. I. G.

Największe różnice, przy odległości punktów triangulacyjnych 10 km będą:

Odległość od początku układu	Poprawka
d	Δl
100 km	+ 4,40 m
200 „	+ 2,50 „
300 „	— 0,50 „
400 „	— 4,80 „
500 „	— 10,40 „

W razie konieczności obliczenia tych poprawek, można je odczytać z wykresu na załączniku Nr 1 dla argumentu d , to znaczy dla odległości od środka odcinka prostej do punktu centralnego. Na załączniku Nr 1 liczby w nawiasach oznaczają poprawki w metrach na 1 km boku.

Przykład.

Dane współrzędne prostokątne dwóch punktów triangulacyjnych.

Obliczyć bok „ l ” i poprawkę do niego.

$$1. X_1 = 636 \ 081,88 \text{ m} \quad 2. X_2 = 618 \ 691,37 \text{ m}$$

$$Y_1 = 922 \ 955,68 \text{ m} \quad Y_2 = 924 \ 212,46 \text{ m}$$

$$Y_2 - Y_1 = + 1 \ 256,78$$

$$X_2 - X_1 = - 17 \ 390,51$$

$$k = 175^{\circ} 51' 59'', 5$$

$$l = \sqrt{(1 \ 256,78)^2 + (17 \ 390,51)^2} = \sqrt{304 \ 009 \ 334,0285} = 17 \ 435,86 \text{ m}$$

lub z wzoru innego:

$$\log (Y_2 - Y_1) = 3,099 \ 2593$$

$$\log \sin k = 8,857 \ 8156$$

$$\log l = 4,241 \ 4437$$

$$\log (X_2 - X_1) = 4,240 \ 3124$$

$$\log \cos k = 9,241 \ 4435$$

$$\log l = 4,241 \ 4435$$

Z ostatnich dwóch wyników bierzemy pod uwagę $\log l$ obliczony z $\cos k$, gdyż różnice logarytmów cosinusa przy równych interwałach kątowych są mniejsze niż różnice log. sinusa.

Pomiędzy odległością „ S ” mierzoną w terenie, a odległością „ l ” obliczoną w rzucie istnieje następująca zależność:

$$S = l - \Delta l$$

Poprawkę „ Δl ” z uwzględnieniem odpowiedniego znaku obliczamy z wykresu na załączniku Nr 1. W tym celu na kalce przezroczystej nałożonej na wykres, lub na samym wykresie nanosimy współrzędne punktu 1 i 2 i odczytujemy odległość środka boku „ l ” do punktu centralnego, w danym przykładzie 347,5 km. Tej odległości odpowiada poprawka na jeden kilometr: + 0,244 m, która jest podana w nawiasie obok cyfr odległości „ d ”. Poprawka ta dla odległości 17,4 km wynosić będzie:

$$\Delta l = + 0,244 \times 17,4 = + 4,25 \text{ m}$$

A zatem

$$S = 17\,435,86 \text{ m} - 4,25 \text{ m} = 17\,431,61 \text{ m}$$

Długość tego boku obliczona bezpośrednio ze współrzędnych geograficznych wynosi 17 431,62 m.

c) Zagęszczenie triangulacji.

Zagęszczenie triangulacji w rzucie W. I. G. nie różni się od sposobu zagęszczenia triangulacji w innych rzutach.

Jeżeli współrzędne podstawowych punktów dane są w odwzorowaniu W. I. G. i boki „ l ” obliczone z wzoru:

$$l = \sqrt{(Y_2 - Y_1)^2 + (X_2 - X_1)^2} = \frac{Y_2 - Y_1}{\sin k} = \frac{X_2 - X_1}{\cos k},$$

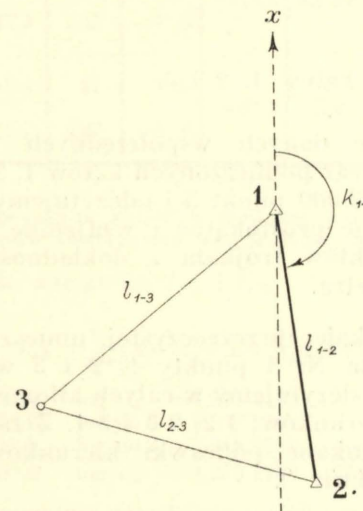
wtedy są to boki w rzucie W. I. G., a więc nie wymagają już uwzględnienia żadnych poprawek.

W wypadku, gdy odległości są pomierzone bezpośrednio w terenie, jak na przykład przy ciągach poligonowych, należy wtedy uwzględnić poprawki, ażeby z bezpośrednio pomierzonych odległości „ S ” otrzymać odległości „ l ”. Poprawki bierzemy z wykresu na załączniku Nr 1, analogicznie jak w przykładzie na str. 14 przy obliczaniu odległości ze współrzędnych.

Kąty zwykle mierzymy w terenie; są to kąty pomiędzy liniami goodezyjnymi. By otrzymać kąty w rzucie W. I. G. trzeba poprawić kąty pomierzone o wielkość β , według wykresu na załączniku Nr 1 i 2.

Przykład:

Dane współrzędne prostokątne punktów 1 i 2 oraz kąty 1, 2 i 3, pomierzone w terenie.



Obliczyć współrzędne punktu 3.

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. $X_1 = 636\,081,88 \text{ m}$ | 2. $X_2 = 618\,691,37 \text{ m}$ |
| $Y_1 = 922\,955,68 \text{ m}$ | $Y_2 = 924\,212,46 \text{ m}$ |

1. $64^\circ 29' 28'',7$
2. $62^\circ 31' 57'',3$
3. $52^\circ 58' 34'',7$

$$\underline{180^\circ 00' 00'',7} = 180^\circ + \text{nadmiar (eksces) sferyczny}$$

a) Obliczenie kąta kierunkowego „ k ” i odległości „ l ” punktów 1-2.

$$\begin{array}{lcl} Y_2 - Y_1 = +1\,256,78 & \log(Y_2 - Y_1) = 3,099\,2593 & \sin k = 8,857\,8156 \\ X_2 - X_1 = -17\,390,51 & \log(X_2 - X_1) = 4,240\,3124 & \cos k = 9,998\,8688 \\ & \log \operatorname{tg} k = \log \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = 8,858\,9469 & \\ & 85^\circ 51' 59'',5 & \\ & k_{1-2} = 175^\circ 51' 59'',5 & \log l = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = 4,241\,4437 \end{array}$$

b) Obliczenie kątów 1, 2 i 3.

Na podstawie danych współrzędnych prostokątnych punktów 1 i 2, oraz pomierzonych kątów 1, 2 i 3 nanosimy na mapie 1 : 100 000 punkt 3 i odczytujemy jego przybliżone współrzędne prostokątne i wzajemne odległości „ l ” wszystkich punktów trójkąta z dokładnością do jednej dziesiątej kilometra.

Nanosząc na kalce przezroczystej, umieszczonej na wykresie załącznika Nr 1 punkty 1, 2 i 3 według danych współrzędnych odczytujemy w całych kilometrach wartości „ $d \sin$ ” dla kierunków: 1-2, 2-3 i 3-1. Z załącznika Nr 2 odczytujemy szukane poprawki kierunków β dla argumentów „ l ” i „ $d \sin$ ”.

UWAGA: W wypadku zbyt małych odległości punktów triangulacyjnych dokładność nanoszonych na kalce kierunków można zwiększyć przez dowolną zmianę skali, w ten sposób, że przy wykreślanu kierunku przechodzącego przez dwa punkty triangulacyjne, jeden punkt nanosimy według współrzędnych zgodnie ze skalą wykresu, a drugi w dowolnej skali według różnic współrzędnych tych punktów.

Po znalezieniu poprawek dla kierunków, z różnic ich znajdujemy poprawki dla odpowiednich kątów.

OBLICZENIE KĄTÓW PŁASKICH.

Stano- wisko	Kieru- nek na	l z mapy (km)	$d \sin \alpha$ z wy- kresu Nr 1	β'' z wy- kresu Nr 2	Popr. kątów (z róż- nic β)	K A T	
						Obserwo- wany	Płaski
1	2	17,4	332	+7'',3	-6'',3	64° 29' 28" 7	64° 29' 22" 4
	3	19,4	41	+1'',0			
2	3	17,7	237	-5'',9	-1'',4	62° 31' 57" 3	62° 31' 55" 9
	2	17,4	332	-7'',3			
3	1	19,4	41	-1'',0	+6'',9	52° 48' 34" 7	52° 58' 41" 6
	2	19,7	237	+5'',9			

- 0'',8

UWAGA: Suma poprawek kątów w trójkącie jest równa nadmiarowi (ekscesowi) sferycznemu tego trójkąta ze znakiem minus.

c) Obliczenie odległości l_{1-3} i l_{1-2}

Wzór:

$$l_{1-3} = \frac{l_{1-2}}{\sin 3} \sin 2; \quad l_{2-3} = \frac{l_{1-2}}{\sin 3} \sin 1$$

$$\begin{array}{lll} (1) = 64^\circ 29' 22'',5 & \log l_{1-2} = 4,241\,4435 & \\ (2) = 62^\circ 31' 55'',9 & \log \sin 3 = 9,902\,2342 & \\ (3) = 52^\circ 58' 41'',6 & \log \sin 2 = 9,948\,0559 & \log \sin 1 = 9,955\,4506 \\ 180^\circ 00' 00'',0 & \log l_{1-3} = 4,287\,2752 & \log l_{2-3} = 4,294\,6699 \end{array}$$

UWAGA: Na płaszczyźnie suma kątów w trójkącie powinna równać się 180°. W tym celu poprawiamy kąty o $\frac{1}{3}$ różnicy. Jeżeli różnica nie jest podzielna przez 3, największą poprawkę dodajemy do tego kąta, dla którego różnica logarytmu sinusa na 10'' jest najmniejsza.

d) Obliczenie współrzędnych prostokątnych punktów 3.

Wzory:

$$Y_3 = Y_1 + (Y_3 - Y_1) = Y_2 + (Y_3 - Y_2)$$

$$X_3 = X_1 + (X_3 - X_1) = X_2 + (X_3 - X_2)$$

$$\begin{array}{ll} Y_3 - Y_1 = l_{1-3} \sin k_{1-3}; & (X_3 - X_1) = l_{1-3} \cos k_{1-3} \\ Y_3 - Y_2 = l_{2-3} \sin k_{2-3}; & (X_3 - X_2) = l_{2-3} \cos k_{2-3} \end{array}$$

$$\begin{aligned} -k_{1-2} &= -175^{\circ} 51' 59'',5 \\ (1) &= 64^{\circ} 29' 22'',9 \\ k_{1-3} &= 240^{\circ} 21' 22'',0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log(l_{1-3}) &= 4,287\,2752 \\ \log \sin k_{1-3} &= 9,939\,0779\,n \\ \log(Y_3 - Y_1) &= 4,266\,3531\,n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_3 - Y_1 &= -16\,840,43 \\ Y_1 &= 922\,955,68 \end{aligned}$$

$$Y_3 = 906\,115,25$$

$$\begin{aligned} \log(l_{2-3}) &= 4,294\,6694 \\ \log \sin k_{2-3} &= 9,962\,9916\,n \\ \log(Y_3 - Y_2) &= 4,257\,615\,n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_3 - Y_2 &= -18\,097,20 \\ Y_3 &= 924\,212,46 \end{aligned}$$

$$Y_3 = 906\,115,26$$

$$\begin{aligned} -k_{2-1} &= -355^{\circ} 51' 59'',5 \\ (2) &= 62^{\circ} 31' 55'',9 \\ k_{2-3} &= 293^{\circ} 20' 03'',6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log \cos k_{1-3} &= 9,694\,2909\,n \\ \log(X_3 - X_1) &= 3,981\,6361 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_3 - X_1 &= -9\,583,76 \\ X_1 &= 636\,081,88 \end{aligned}$$

$$X_2 = 626\,498,12$$

$$\begin{aligned} \log \cos k_{2-3} &= 9,597\,8002 \\ \log(X_3 - X_2) &= 3,892\,4701 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_3 - X_2 &= +7\,806,75 \\ X_2 &= 618\,691,37 \end{aligned}$$

$$X_3 = 626\,498,12$$

3. SPOSOBY ODSZUKIWANIA W TERENIE ŚLADÓW STABILIZACJI PUNKTÓW ZAGINIONYCH.

Przeważnie wszystkie sposoby szukania stabilizacji polegają na wyznaczeniu współrzędnych stanowiska, obranego w pobliżu szukanego punktu z jednego, dwóch lub trzech znanych punktów triangulacyjnych, zależnie od warunków miejscowych.

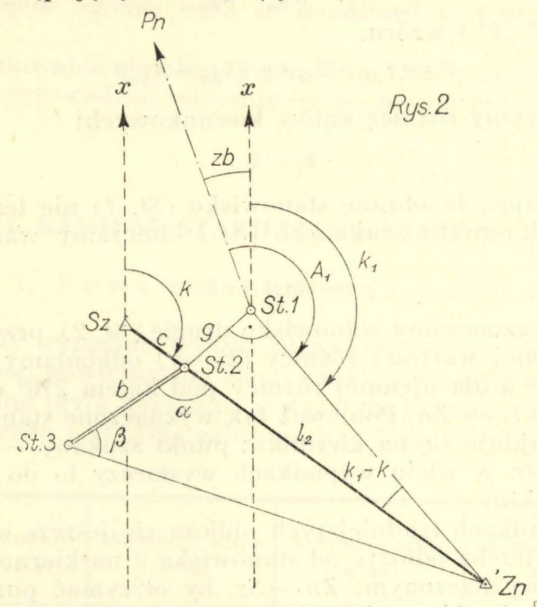
Znalezione współrzędne obranego stanowiska i dane współrzędne szukanego punktu pozwolą obliczyć kierunek i odległość do tego ostatniego.

1) W wypadku, kiedy z szukanego punktu widoczne są trzy punkty znane, stosuje się metodę *Maraka* lub metodę *Pothena*. Metody te opisane są w wielu podręcznikach, na przykład w *Geodezji Niższej St. Kluźniaka*, str. 1084 i 965.

2) Jeżeli widoczne są tylko dwa punkty, to stosujemy metodę *Hanzena* (*Kluźniak* str. 972), lub w po-

bliżu szukanego punktu ustawiamy tyczkę i wyznaczamy jej położenie z danych punktów wcięciem wprzód.

3) Jeżeli widoczny jest tylko jeden punkt, stosujemy następującą metodę: (rys. 2).



W pobliżu punktu szukanego (Sz.) obieramy stanowisko (St. 1.) z którego widoczny jest przynajmniej jeden punkt znany (Zn.). Z obserwacji gwiazdy biegunowej lub ze słońca wyznaczamy azymut astronomiczny (A_1) kierunku stanowisko 1 — punkt znany. Od azymutu astronomicznego odejmujemy zbieżność południków względem południka 22° , by otrzymać kąt kierunkowy (k_1) który mierzy się od kierunku równoległego do osi X-ów:

$$k_1 = A_1 - Zb_1$$

Zbieżność znajdujemy w tablicach Nr 9 „Biblioteki Służby Geograficznej“, przy czym potrzebną jako argument szerokość i długość geograficzną w braku danych odczy-

tujemy z mapy. Ze współrzędnych punktu szukanego (S_z) i punktu danego (Z_n) obliczamy kąt kierunkowy wzorem:

$$\operatorname{tg} k = \frac{Y_{Z_n} - Y_{S_z}}{X_{Z_n} - X_{S_z}}$$

i odległość „ l ” z wzoru:

$$l^2 = (Y_{Z_n} - Y_{S_z})^2 + (X_{Z_n} - X_{S_z})^2$$

oraz tworzymy różnicę kątów kierunkowych:

$$k_1 - k$$

Przyjmując, że obrane stanowisko (*St. 1*) nie leży zbyt daleko od punktu szukanego (S_z) obliczamy wartość g z wzoru:

$$g = l \sin(k_1 - k)$$

Mając g wyznaczamy stanowisko drugie (*St. 2*), przy czym dla dodatniej wartości różnicy ($k_1 - k$) odkładamy g pod kątem 90° , a dla ujemnej różnicy pod kątem 270° od kierunku: *St. 1* — Z_n . Ponieważ tak wyznaczone stanowisko (*St. 2*) znajduje się na kierunku: punkt szukany — punkt znany, więc w wielu wypadkach wystarczy to do odszukanie punktu.

W wypadkach trudniejszych oblicza się jeszcze odcinek „ c ” który trzeba odłożyć od stanowiska 2 na kierunku poprzednio wyznaczonym: $Z_n - S_z$, by otrzymać punkt S_z .

W tym celu, biorąc jako jeden punkt *St. 2* trzeba zmierzyć bazę (b) i kąty na jej punktach względem kierunku na punkt (Z_n).

Drugim stanowiskiem może być *St. 1* pod warunkiem, że nie leży bliżej jak 30 m od *St. 2*, inaczej należy obrać stanowisko inne (*St. 3*), gdyż kształt trójkąta byłby zbyt niekorzystny.

Z tak powstałego trójkąta, gdzie pomierzone są: baza (b) i kąty α i β , oblicza się odległość l_2 pomiędzy *St. 2* a Z_n .

$$l_2 = \frac{b}{\sin(\alpha + \beta)} \sin \beta$$

Mając l_2 i l obliczamy c :

$$c = l_2 - l$$

4) Jeżeli punkt szukany znajduje się w lesie i nie można w pobliżu niego wybrać stanowiska, z którego byłyby widoczne punkty znane, wtenczas od punktu znanego prowadzimy ciąg poligonowy aż do takiego miejsca, którego współrzędne zgodne będą ze współrzędnymi punktu szukanego.

Poszukiwanie stabilizacji punktów triangulacyjnych należy przeprowadzać ostrożnie by jej nie naruszyć.

4. TYPY KAMIENI STABILIZACYJNYCH W TERENIE.

1. Nowa triangulacja polska.

Punkty trygonometryczne utrwalone są w ten sposób, że 30 cm pod powierzchnią ziemi znajduje się słup kamienny, a pod nim płyta kamienna z wrytym krzyżem. Dla punktów 1 rzędu pod płytą założona jest dodatkowo kostka kamienna.

Rząd	Rodzaj kamienia	Wymiary słupa w cm	Wymiary płyty w cm	Wymiary kostki w cm
I	granit	30 × 30 × 80	70 × 70 × 15	20 × 20 × 20
II	żel.-beton	25 × 25 × 80	60 × 60 × 15	—
III	„	20 × 20 × 80	40 × 40 × 12	—
IV	„	20 × 20 × 80	40 × 40 × 12	—

2. Triangulacja niemiecka.

Trygon. punkty utrwalone były w ten sposób, że pod słupem kamiennym, wystającym na 15 cm nad powierzchnię ziemi znajdowała się płyta kamienna z wrytym krzyżem.

Rząd	Rodzaj kamienia	Wymiary słupa w cm	Wymiary płyty w cm
I	kamień naturalny	$30 \times 30 \times 90$	$75 \times 75 \times 10$
II	"	$16 \times 16 \times 90$	$60 \times 60 \times 10$
III	"	$16 \times 16 \times 90$	$30 \times 30 \times 10$

3. Triangulacja austriacka.

Na ogół punkty triangulacyjne utrwalane były w ten sposób, że pod słupem kamiennym, wystającym około 10 cm nad powierzchnią ziemi znajdowała się płyta kamienna z wyrytym krzyżem.

Wymiary słupa kamiennego dla wszystkich rzędów były następujące:

$$20 \times 20 \times 60 \text{ cm}$$

a wymiary płyty:

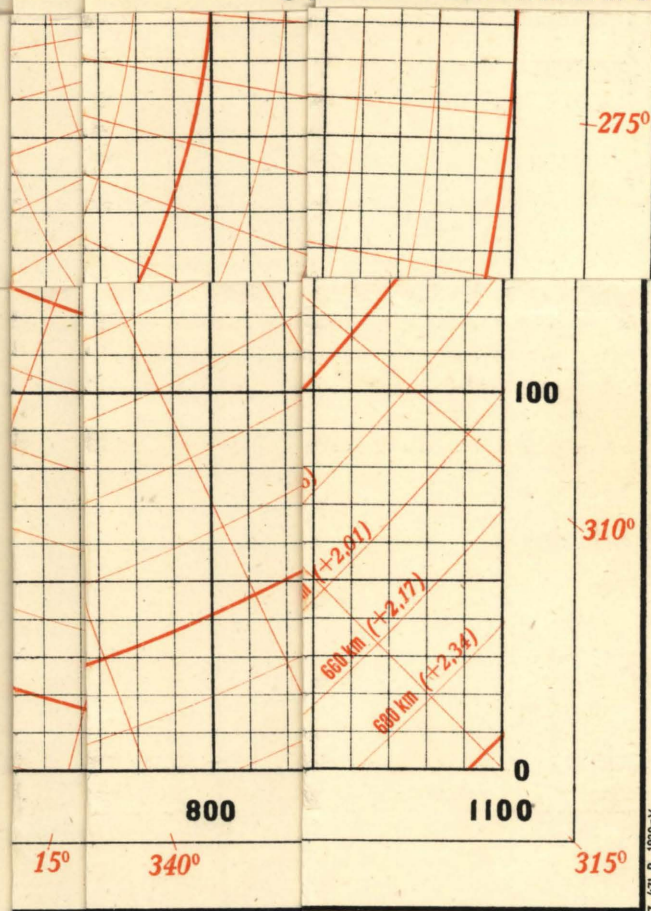
$$40 \times 40 \times 10 \text{ cm}$$

4. Triangulacja rosyjska.

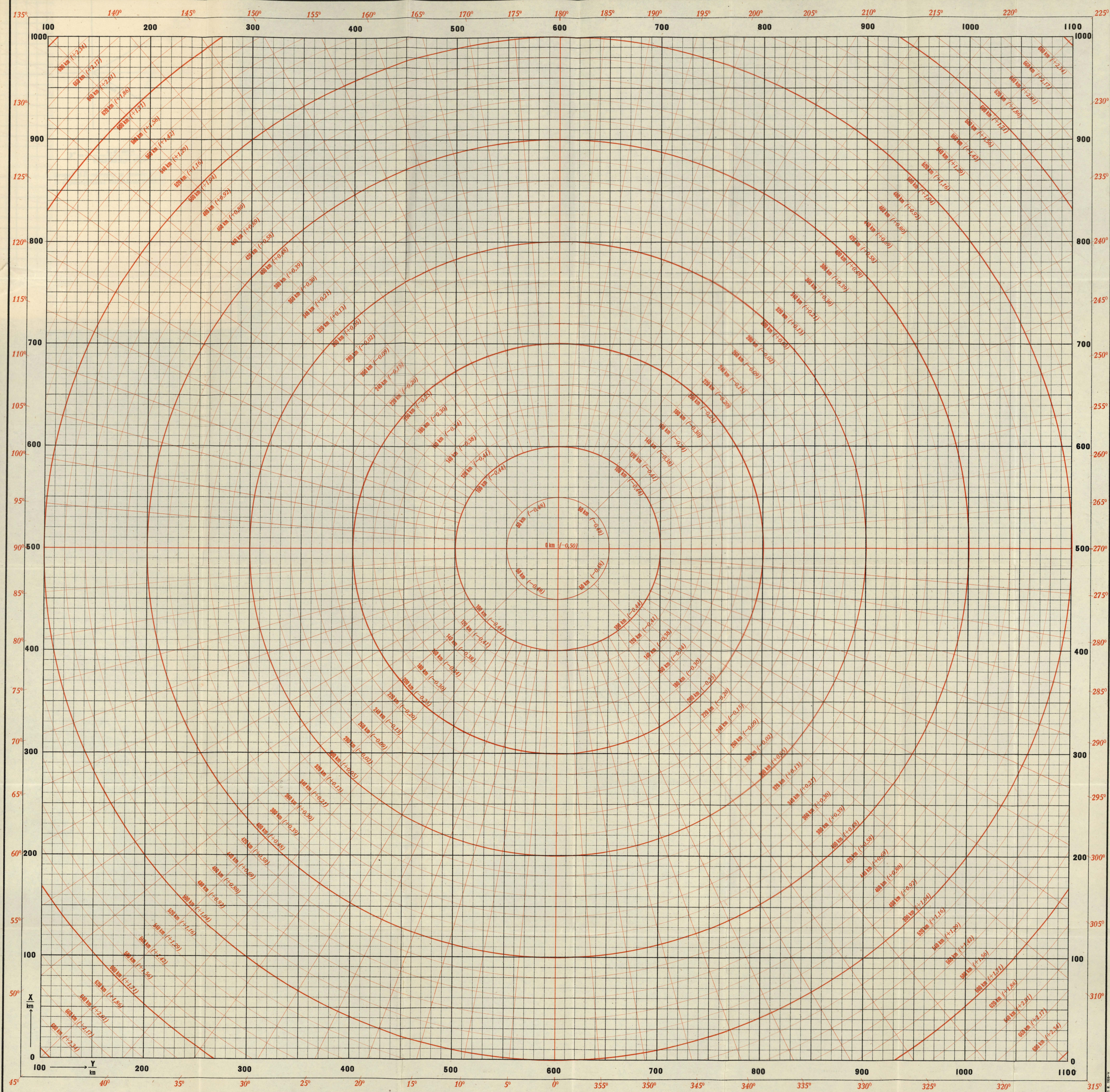
Na głębokości około jednego metra umieszczano pionowo cegłę z wyrytym po przekątnej krzyżem. Cegłę obkładano z boku i z góry innymi ceglami a następnie kamieniami, aż do głębokości 40 cm pod powierzchnią terenu.

O CENTRALNEGO

Zad. 1



głębokości w metrach na 1 km boku.
boku w rzucie, mniej poprawka.

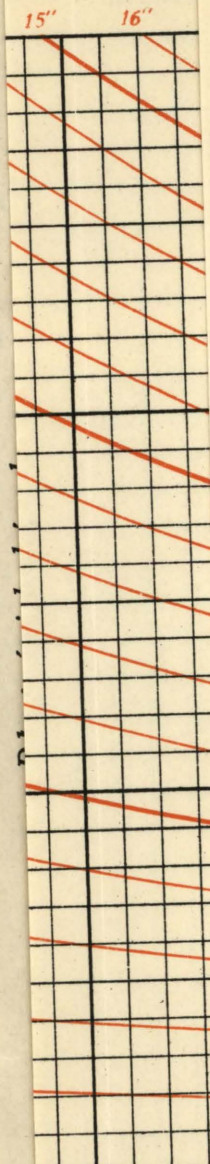


Do znalezienia wartości $d \sin \alpha$ należy wyznaczyć na wykresie słonowisko A i ustalić kierunek na punkt B z 10-krotnie powiększonych przyrządów Δx i Δy .

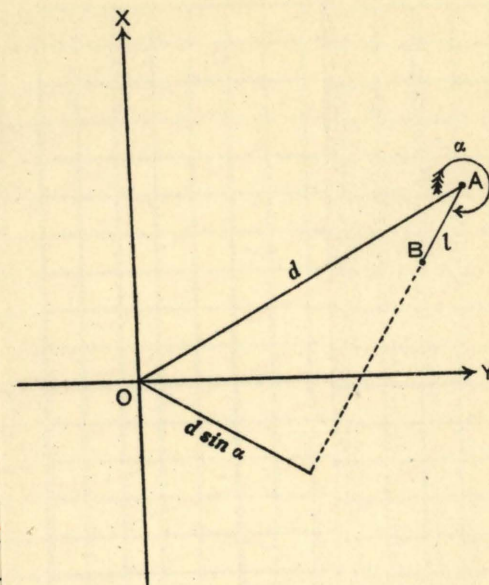
1:2 000 000
Wojskowy Instytut Geograficzny
1939

Liczby w nawiasach oznaczają poprawki odległości w metrach na 1 km boku.
Długość boku AB w terenie = długości tegoż boku w rzucie, mniej poprawka.

PRAWKI



400 km



$$\beta'' = - \frac{l \cdot d \cdot \sin \alpha}{4(0,9995 R_0)^3 \cdot \sin 1''}$$

Kierunek $\overline{AB}$ mierzony w terenie $\pm |\beta| =$
 $=$ odpowiedniemu kierunkowi w rzucie.

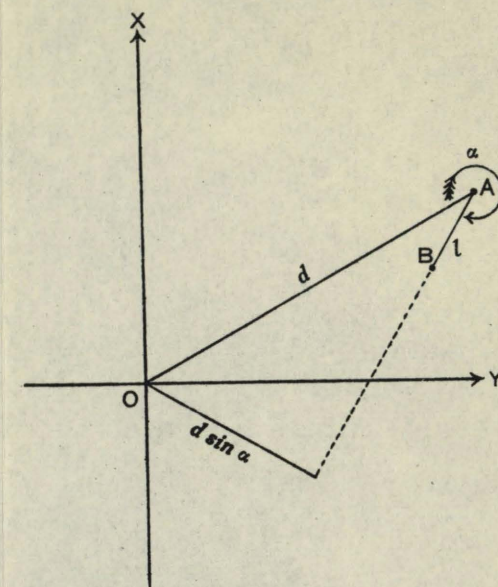
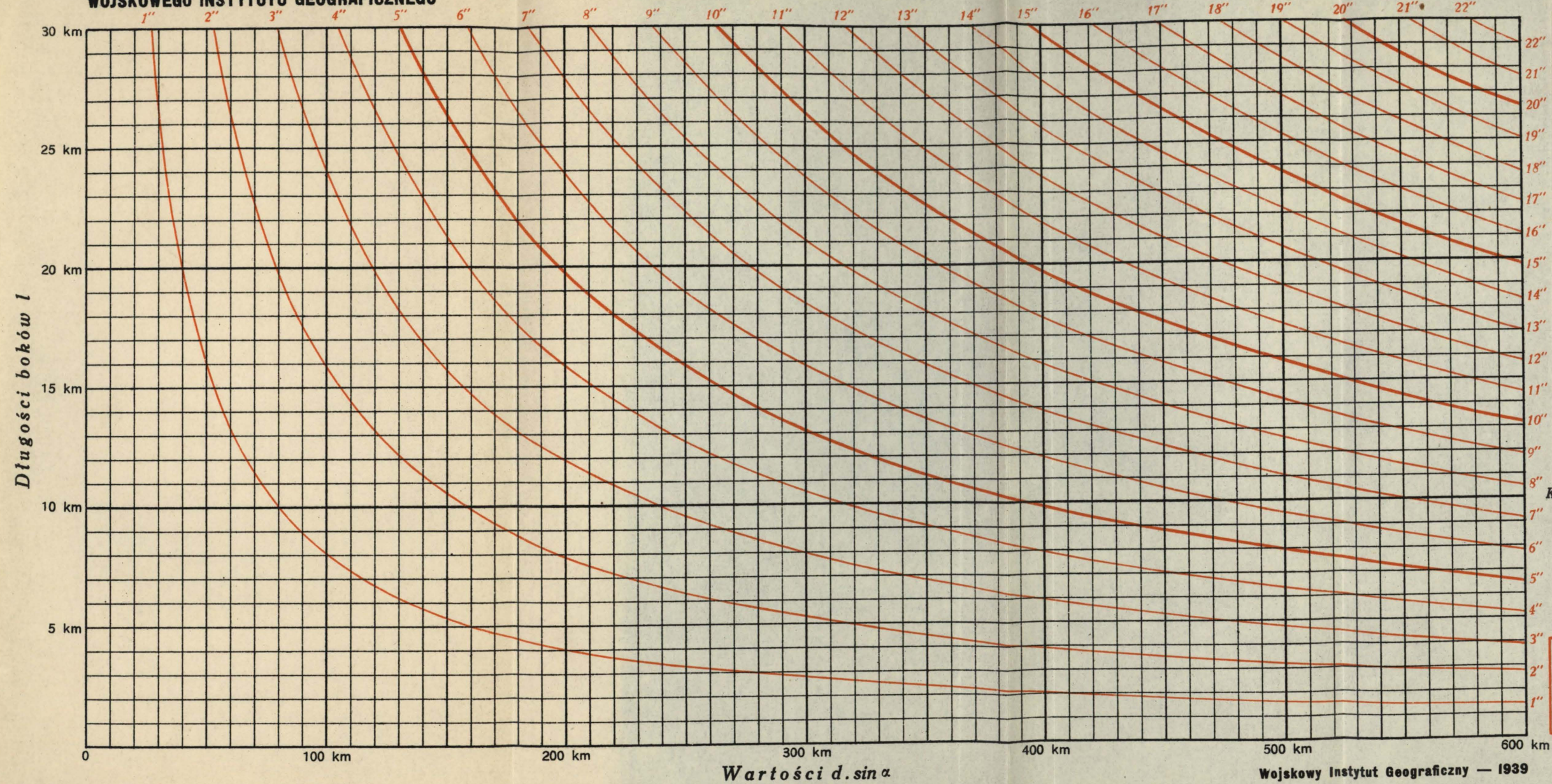
Wartość bezwzględną poprawki β

odjąć od kierunku $\overrightarrow{AB}$, jeżeli $0^\circ < \alpha < 180^\circ$
 dodać do kierunku $\overrightarrow{AB}$, jeżeli $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

ODWZOROWANIE QUASI-STEREOGRAFICZNE
WOJSKOWEGO INSTYTUTU GEOGRAFICZNEGO

POPRAWKI (REDUKCJE) KIERUNKÓW β

Załącznik 2.

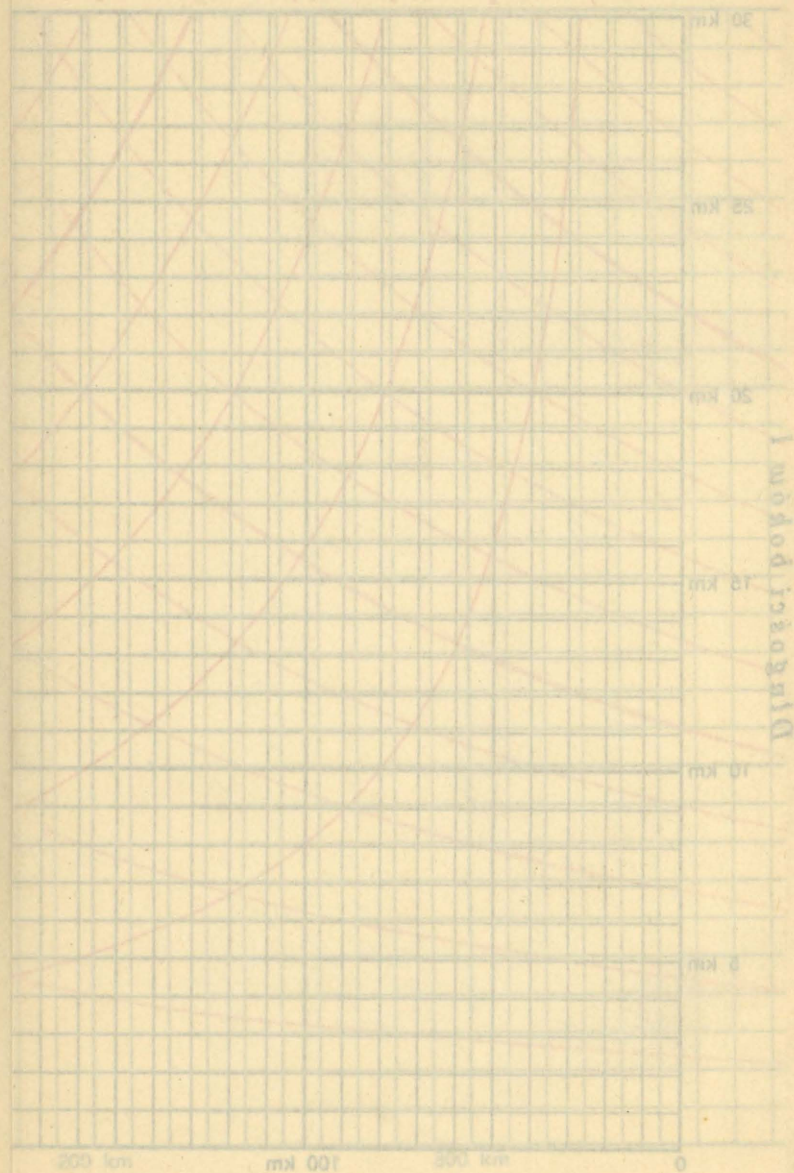


$$\beta'' = - \frac{l \cdot d \cdot \sin \alpha}{4 (0,9995 R_0)^2 \cdot \sin 1''}$$

Kierunek $\overline{AB}$ mierzony w terenie $\pm |\beta| =$
= odpowiedniemu kierunkowi w rzucie.

Wartość bezwzględna poprawki β

odjąć od kierunku $\overline{AB}$, jeżeli $0^\circ < \alpha < 180^\circ$
dodać do kierunku $\overline{AB}$, jeżeli $180^\circ < \alpha < 360^\circ$



Wartości d.śna

