

3089 II CZASOP

1937, 3/4

Nr. 23—24

ROK 1937.

ZESZYT 3—4

# PRZEGLĄD FOTOGRAMETRYCZNY

O R G A N

P O L S K I E G O

TOWARZYSTWA FOTOGRAMETRYCZNEGO

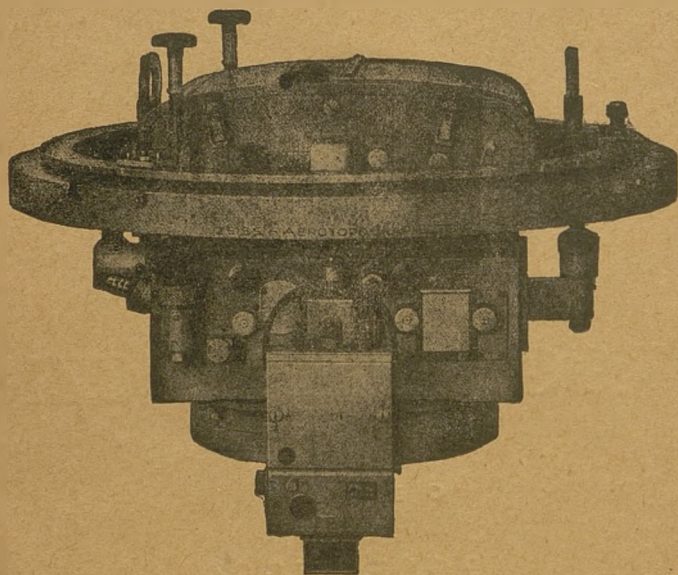
TREŚĆ ZESZYTU: Metoda poziomowania modelu stereoskopowego w autografach, przez *Prof. Dr. Inż. E. Wilczkiewicza*. — Poligonizacja paralaktyczna jako podkład geodezyjny do zdjęć aerofotogrametrycznych, przez *Doc. Inż. W. Kolanowskiego*. — Przegląd piśmiennictwa.

---

WARSZAWA — POLITECHNIKA.

# WSZYSTKIE PRZYRZĄDY DO FOTOGRAMETRII

2 „GRANDS PRIX“ WYSTAWA ŚWIATOWA, PARYŻ 1937



## SZEROKOKĄTNA KAMERA SZEREGOWA RMK 20/30 30 Z NAKŁADANĄ KAMERĄ POZIOMĄ

Szerokokątna kamera szeregowa RMK 20/30 30 o formacie  $30 \times 30$  cm, z obiektywem „Topogonem“  $1:6.3$ ,  $f=20$  cm, daje duże pole widzenia z jednocześnie dużym powiększeniem.

Bardzo odpowiednia do sporządzania fotoplanów przy dużej skali powiększeń przy pomocy przetwornika. Topograficzne opracowanie zdjęć w Multiplexie i w Stereoplanigrafie.

Wyczerpujące opisy oraz odpowiedzi na zapytania udziela, posiadając 40-letnie doświadczenie na polu fotogrametrii,

# ZEISS-AEROTOPOGRAPH JENA



GENERALNE PRZEDSTAWICIELSTWO

INŻ. WŁ. LEŚNIEWSKI

Warszawa 22, Al. Niepodległości 210, tel. 8-16-06 i 8-16-46  
Katowice, Kościelna 4 m. 4, tel. 3-20-45. Poznań, Słowackiego 22, tel. 77-85

3068

II maszp.

1837, 3/4

## Metoda poziomowania modelu stereoskopowego w autografach.

Eine Methode der Horizontierung des Raummodells in den Bildkartiergeräten. — Die Horizontierung des scheinbaren Raummodells erfolgt, indem man zuerst die Drehungsachse und den Winkel um welchen das Modell geneigt werden soll bei Zuhilfenahme der Höhenunterschiede der Passpunkte bestimmt. Dann wird die Verschiebung für den zuerst erhaltenen Punkt berechnet und auf der Senkrechten zur Drehungsachse eingetragen, und auf diesen Punkt der Bleistift des Koordinatographen eingestellt. Da nach dieser Einstellung die Messmarken aus ihren Lagen in Bezug auf den Punkt verschoben werden, so muss der Punkt auf die Messmarken eingestellt werden und zwar indem man die Bildträger neigt und schwenkt und dann die auftretende Vertikalparallaxe auf den Kontrollpunkten beseitigt. Auf eine besondere Beachtung verdient der Nadirpunkt, für welchen die Berechnungen sehr einfach sind.

Poziomowanie pozornego modelu stereoskopowego należy do tych czynności przy opracowaniu zdjęć aerofotogrametrycznych, które stosunkowo bardzo dużo zajmują czasu. Poniżej podana metoda postępowania, skraca znacznie ten okres czasu, a równocześnie jest prosta w użyciu.

Jak wiadomo poziomowanie pozornego modelu stereoskopowego wykonujemy w ten sposób, że: a) wyznaczamy kąty nachylenia nośników fotogramów oddzielnie dla dwu osi obrotu, oraz rzuty bazy, względnie b) poziomowanie to wykonujemy drogą kolejnych pochyleń dookoła osi XX i osi YY, przy równoczesnej zmianie rzutów bazy.

Zadanie to można jednak przeprowadzić jeszcze w inny sposób. W tym celu wyznaczmy oś obrotu modelu, przy pomocy różnic wysokości punktów dostosowania podanych i wyznaczonych w przyrządzie, oraz wyznaczmy kąt  $\nu$  o który należy model nachylić. Wtedy nasze zadanie możemy wykonać w dwa

jaki sposób: a) nachylić o wyznaczony kąt około tej osi oba nośniki fotogramów lub b) nachylenie wykonać około prostej równoległej do osi obrotu, a przechodzącej np. przez lewy punkt bazy. Pierwszy sposób jest trudniejszy do wykonania, gdyż nie posiadamy przyrządów tej konstrukcji, któreby na podobne dowolne nachylenia nośników fotogramów pozwalały. Dlatego rozważmy sposób drugi. Zauważmy, że wszystkie punkty za wyjątkiem lewego stanowiska i tych, które znajdują się na przesuniętej osi obrotu, zakreślą łuki kołowe o promieniu zależnym od odległości tych punktów od osi obrotu. Baza przy tym obrocie zakreśli powierzchnię stożka, którego kąt wierzchołkowy zależny będzie od wielkości kąta, jaki ona tworzy z osią obrotu. Zauważmy dalej, że przy tym obrocie punkty pozornego modelu wędrują w płaszczyźnie prostopadłej do wyznaczonej przez nas osi obrotu. A jeśli weźmiemy pod uwagę rzuty poszczególnych położenia punktu, w czasie obrotu, na płaszczyznę poziomą, to znajdą się one na prostopadłej do osi obrotu. Tę zależność możemy wykorzystać jako metodę postępowania przy nachylaniu modelu.

Rachunkowy tok postępowania dla przypadku, gdy punkty dostosowania znajdują się na tej samej wysokości (leżą w płaszczyźnie poziomej), byłby następujący. Po wyznaczeniu na koordynatografie przyrządu osi obrotu, przechodzącej np. przez punkt dostosowania  $A$ , mierzymy lub obliczamy kąt  $\varphi$ , jaki tworzy ta oś obrotu z osią  $XX$  przyrządu. Następnie obliczamy kąt  $\nu$ , o jaki należy model pochylić (por. Hegershoff, Photogrammetrie und Luftbildwesen. Str. 191), przy czym dodatni kierunek kąta  $\nu$  przyjmujemy w sensie kąta pionowego. Po czym przesuwamy równoległe oś obrotu  $s_A$  w położenie  $s_I$ .

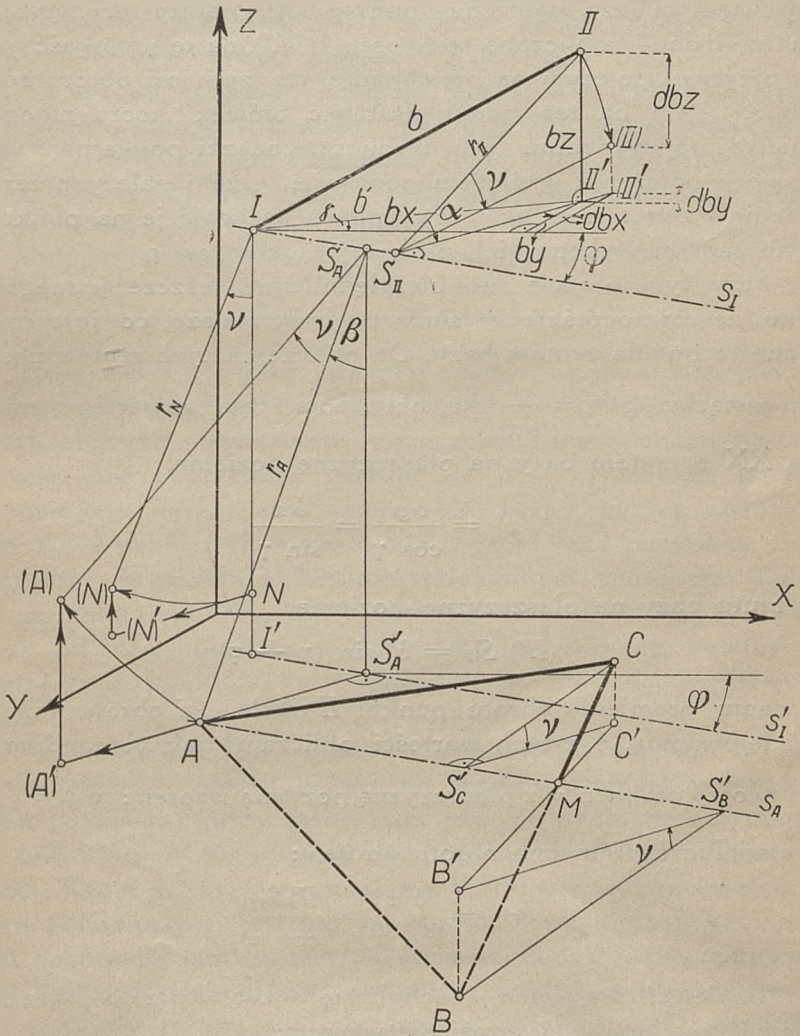
Jak z rysunku 1 wynika rzut  $s'_I$  tej osi obrotu na płaszczyznę poziomą przechodzić będzie przez rzut punktu  $I'$  na płaszczyznę poziomą, który otrzymamy na koordynatografie, jeśli wyznaczymy w przyrządzie takie położenie promienia dla lewego nośnika fotogramu, gdy kąt poziomy i pionowy wynosi  $90^\circ, 0^\circ$ .

Ażeby obliczyć w jakim położeniu znajdzie się punkt dostosowania  $A$  po obrocie całego modelu około osi  $s_I$ , musimy przede wszystkim obliczyć promień koła, po którym ten punkt będzie się obracać. Promień ten znajdziemy, wyznaczając naprzód kąt  $\beta$  ze stosunku:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{A S_A'}{S_A S_A'} = \frac{A S_A'}{Z_A}$$

(przy czym  $AS_A'$  równa się odległości punktu  $A$  od prostej równoległej do osi obrotu a przechodzącej przez  $I'$ ), a następnie promień  $r_A$  ze wzorów:

$$r_A = \frac{S_A S_A'}{\cos \beta} = \frac{A S_A'}{\sin \beta}$$



Rys. 1

Ponieważ przy obrocie około  $s_I$  punkt  $A$  zakresli łuk koła, którego płaszczyzna jest prostopadła do osi obrotu, przeto poło-

żenie punktu  $A$  po obrocie obliczymy, dodając do kąta  $\beta$  kąt  $\nu$ , przy czym rzuty punktu  $A$  po obrocie otrzymujemy ze wzorów:

$$(A') S_{A'} = r_A \sin (\beta + \nu)$$

$$(A) (A') = S_A S_{A'} - r_A \cos (\beta + \nu)$$

Aby więc znaleźć położenie punktu  $(A)$ , należy do wysokości punktu  $A$  dodać obliczoną wielkość  $(A) (A')$ , na tę wysokość nastawić przyrząd, po czym na prostopadłej do rzutu osi obrotu odmierzyć  $A (A')$  i na ten punkt nastawić ołówek koordynatografu. Ponieważ po wykonaniu tych czynności znaczki pomiarowe wyjdą ze swego położenia względem punktu  $A$ , przeto należy przez nachylenie i zwrot nośników fotogramów nastawić je na punkt  $(A)$ , a tym samym wykonać ich pochylenie około osi  $s_I$ .

Przy tym obrocie nie uwzględniliśmy jeszcze jednego warunku, że równocześnie musimy pochylić i bazę, co jest równorzędne ze zmianą rzutów bazy. Do obliczenia tych rzutów posłużą nam związki:  $\operatorname{tg} \gamma = \frac{b y}{b x}$  dla obliczenia kąta zawartego między osią  $XX$  a rzutem bazy na płaszczyznę poziomą,

$$b' = \frac{b y}{\cos \gamma} = \frac{b x}{\sin \gamma}$$

dla rzutu bazy na płaszczyznę poziomą,

$$(II') S_{II} = b' \sin (\gamma + \varphi)$$

dla rzutu promienia obrotu punktu  $II$  około osi obrotu na płaszczyznę poziomą, a z tych wartości obliczamy jak poprzednio kąt,

jaki tworzy promień  $r_{II}$  z płaszczyznę poziomą wzorem:  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{b z}{II' S_{II}}$ ,

oraz wielkość promienia obrotu wzorem:

$$r_{II} = \frac{b z}{\sin \alpha} = \frac{II' S_{II}}{\cos \alpha}$$

Ponieważ promień  $r_{II}$  nachyli się o kąt  $\nu$ , przeto jak z rys. 1 wynika rzut bazy  $b z$  wyrazi się wzorem:

$$b' z = r \sin (\alpha - \nu)$$

Aby znaleźć dwa pozostałe rzuty bazy obliczamy rzut promienia  $r_{II}$  po obrocie na płaszczyznę poziomą:

$$(II'') S_{II} = r_{II} \cos (\alpha + \nu)$$

a następnie obliczymy poprawki rzutów bazy  $b_x$  i  $b_y$  przy pomocy związków:

$$d b_x = (I') I' \sin \varphi \quad \text{oraz: } b_{x'} = b_x + d b_x$$

$$d b_y = (I') I' \cos \varphi \quad b_{y'} = b_y + d b_y$$

Po nastawieniu tych rzutów bazy, które powinno nastąpić przed nastawieniem punktu ( $A$ ), pozorny model plastyczny terenu nie powinien wykazywać paralaksy pionowej

Na specjalną uwagę zasługuje punkt nadirowy  $N$  niespoziomowanego pozornego modelu. Jeśli bowiem na ten punkt nastawimy przyrząd, to współrzędna  $Z$  daje nam zarazem promień obrotu. Obliczenie więc nowej wysokości i położenia tego punktu ( $N$ ) po obrocie jest bardzo proste:

$$N(N') = r_A \sin \nu = I N \sin \nu$$

$$(N)(N') = r_N - r_N \cos \nu$$

I ten właśnie punkt najlepiej nadaje się do stosowania opisanej metody, gdyż przy małych kątach pochylenia modelu, wystarczy obliczyć podniesienie i przesunięcie tego punktu, nastawić przyrząd jak poprzednio podano na nowe położenie, nachylić i zwrócić oba nośniki, aby pozorny plastyczny znaczek pomiarowy oparł się o punkt ( $N$ ), a następnie występującą paralaksę pionową usunąć na punktach kontrolnych znanym sposobem. Zazwyczaj zmieniają się tylko rzuty bazy  $b_z$  i  $b_y$ . Kierunek, w którym należy odcinać położenie rzutu punktu po obrocie, zgodny jest z położeniem punktów, które mają być podniesione względem osi obrotu.

W przypadku, gdy punkty dostosowania nie leżą w jednej płaszczyźnie, oś obrotu pozornego modelu stereoskopowego nie będzie pozioma. Punkty zatem przy obrocie około tej osi zakreszą łuki kół, których płaszczyzny będą nachylone do płaszczyzny poziomej. Rzuty punktów po obrocie przesunięte będą również w kierunku równoległym do rzutu osi obrotu. Jeżeli jednak kąt nachylenia pozornego modelu stereoskopowego będzie mały, jak również mały będzie kąt nachylenia osi obrotu względem płaszczyzny poziomej, wtedy to przesunięcie będzie nieznaczne. W przypadku tym postępując, jak gdyby oś obrotu była pozioma, będziemy musieli cały tok postępowania powtórzyć dwa lub trzy razy.

Ten uproszczony sposób postępowania stosowany był w Politechnice Lwowskiej na siedmiu stereogramach ze zdjęć lotniczych pionowych. Czas całkowitego dostosowania pojedynczych

stereogramów łącznie z tworzeniem pozornego modelu stereoskopowego był następujący:

1.	Stereogram	2	godziny
2.	"	1	godzina 30 minut
3.	"	4	godziny
4.	"	6	godzin
5.	"	3	godziny 15 minut
6.	"	2	" 15 "
7.	"	3	" 55 "

Czas potrzebny na poziomowanie modelu stereoskopowego wynosił 15 do 25 minut. Nadmienić należy, że stereogram 4 był specjalnie ciężki do opracowania, gdyż zdjęcia lotnicze nie pochodziły z tego samego szeregu.

*Prof. Dr. Inż. E. Wilczkiewicz.*

Lwów, w grudniu 1937 r.

## Poligonizacja paralaktyczna jako podkład geodezyjny do zdjęć aerofotogrametrycznych.

Die paralaktische Polygonisierung in Anwendung bei der Herstellung der geodätischen Unterlage für Luftbildmessarbeiten. Die aerophotogrammetrische Abteilung der Polnischen Luftverkehrsgesellschaft „Lot“ stellt Bildpläne auf Grund entzerrter Luftaufnahmen zusammen. Die erforderlichen Passpunkte bestimmt man mit Hilfe der Aerotriangulation, deren Rautenkettens an Punkte der paralaktischen Polygonzüge angeschlossen werden (soweit es möglich ist auch an Punkte des Landestriangulierungsnetzes). Bei der Polygonzugmessung gebraucht man einen Zeiss - oder Wild - Theodolit (der Ablesungen einzelner Sekunden zulässt) und 5 m lange, hölzerne, ausziehbare Basislatten, an deren Enden Zielmarken eingetragen sind. Die Basislatten werden an den Endpunkten zweier aufeinander folgenden Polygonseiten in wagerechter Stellung und rechtwinklig zur Seitenrichtung zentriert. Über dem gemeinsamen Seitenpunkte dagegen wird der Theodolit zentriert. Nun werden die Lattenzielmarken visiert und die ihnen zugehörigen Ablesungen am Horizontalkreis vollzogen. Hieraus erhält man auf einfache Weise die paralaktischen Winkel (wodurch die Polygonstrecken berechnet werden können), als auch den Brechungswinkel des Polygonzuges. Durchgeführte Messungen ergaben folgende Werte für den mittleren Fehler



der Bestimmung: des paralaktischen Winkels  $\pm 0''{,}78$ , des Brechungswinkels  $\pm 5''{,}7$ . Zuletzt kommt der Verfasser zu folgenden Schlussfolgerungen:

a) Die paralaktische Polygonisierung ist die entschieden rascheste und ergiebige Polygonisierungsmethode.

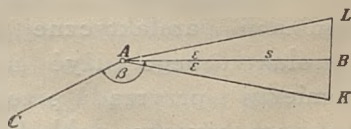
b) Die Anwendung längerer, hölzerner Basislatten (5 m anstatt den bisher gebräuchlichsten Latten von 2 m Länge) lässt das Anlegen bedeutend längere Polygonseiten zu, wodurch die Ergiebigkeit der Polygonisierung enorm gesteigert wird. Durchgeführte Messungen haben ergeben, dass man bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens dieselben Genauigkeiten erreicht, mit welchen bei paralaktischer Polygonisierung mittels 2 m langen Invarlatten zu rechnen ist.

c) Die Bestimmung des Brechungswinkels geschieht bei paralaktischer Polygonisierung mit höherer Genauigkeit als bei anderen Polygonisierungsmethoden. Dieser Umstand ist von grosser Bedeutung bei der Auswahl des Ausgleichungsverfahrens für die Polygonzüge.

d) Durch die Einführung der 5 m. langen, hölzernen, ausziehbaren Basislatten wird die Anwendungsmöglichkeit der paralaktischen Polygonisierung erweitert und man darf annehmen, dass ausser der beschriebenen Anwendung noch weitere hinzukommen werden. u. a. ist es schon jetzt leicht ersichtlich, dass die paralaktische Polygonisierung bei topographischen Messtischaufnahmen, besonders in bewaldeten Gegenden, von grösster Nutzbarkeit sein kann.

e) Da die paralaktische Polygonisierung eine verhältnismässig neue Methode darstellt, so bedarf sie noch zahlreicher Studien und Erfahrungen die unzweifelhaft zu Verbesserungen und Rationalisierung der angewandten Instrumente bzw. Arbeitsmethoden führen werden, wonach schliesslich die besprochene Methode den entsprechenden Platz unter den bisher angewandten Polygonisierungsmethoden einnehmen wird.

Podstawowym elementem poligonizacji paralaktycznej jest, jak wiadomo, kąt paralaktyczny. Jeżeli w punkcie poligonowym  $A$  ustawimy teodolit, a w sąsiednim punkcie  $B$  założymy bazę poziomą o stałej długości  $LK = 2b$  prostopadle do  $AB$  i tak, aby jej środek znajdował się nad punktem  $B$  (rys. 1), to z pomierzonych kierunków  $AK$  i  $AL$  w łatwy sposób otrzymamy następujące wielkości:



Rys. 1

- 1) kąt paralaktyczny  $2 \epsilon$ , który pozwoli na obliczenie długości boku poligonowego  $AB = s$  i
- 2) kąt załamania  $\beta$ , jako różnicę kierunków  $AB$  i  $AC$ , uzy-

skanych z kolei, jako średnie z kierunków na stałe punkty łaty  $L$  i  $K$ .

Długość boku poligonowego określa się ze wzoru

$$s = b \operatorname{ctg} \varepsilon . . . . . (I)$$

Jeżeli średni błąd tego boku oznaczymy przez  $m_s$ , średni błąd połowy bazy przez  $m_b$  i średni błąd połowy kąta paralaktycznego przez  $m_\varepsilon$ , to na mocy twierdzenia o średnim błędzie funkcji złożonej otrzymamy

$$m_s = \operatorname{ctg} \varepsilon m_b + \frac{b}{\sin^2 \varepsilon} m_\varepsilon$$

Mnożąc i dzieląc pierwszy wyraz prawej strony przez  $b$ , a drugi przez  $b \cos^2 \varepsilon$  i uwzględniając (I) otrzymamy:

$$m_s = \frac{s}{b} m_b + \frac{s^2}{b \cos^2 \varepsilon} m_\varepsilon$$

Ponieważ  $\varepsilon$  rzadko przekracza w praktyce  $1^\circ$ , a

$$\cos^2 1^\circ = 1 - \frac{1}{3330},$$

przeto możemy przyjąć ostatecznie

$$m_s = \frac{s}{b} m_b + \frac{s^2}{b} m_\varepsilon . . . . . (II)$$

Jak widzimy, błąd boku  $s$  składa się z dwóch części, z których pierwsza zależna od błędu bazy jest wprost proporcjonalna do długości boku i druga zależna od błędu kąta paralaktycznego— wprost proporcjonalna do kwadratu długości boku; poza tym obie są odwrotnie proporcjonalne do długości bazy. Widzimy również, że współczynniki przy  $m_b$  i  $m_\varepsilon$  są duże, skąd wynika, że błąd  $m_s$  jest wielokrotnie większy od błędów  $m_b$  i  $m_\varepsilon$ . Aby więc uzyskać średni błąd  $m_s$  dający możliwość stosowania poligonizacji paralaktycznej w praktyce, należy do pomiaru kąta paralaktycznego użyć najbardziej precyzyjnych narzędzi: kątomierza i przyrządu przedstawiającego bazę, przy czym narzędzia te poza wysoką dokładnością powinny być dostatecznie lekkie

i łatwe w przenoszeniu z miejsca na miejsce. Jeżeli chodzi o kątomierz, to może tutaj wchodzić w rachubę prawie wyłącznie teodolit uniwersalny Wilda lub Zeissa, który przy niewielkich wymiarach i wadze daje wysoką, liczoną na sekundy, a nawet części sekundy dokładność pomiaru kąta paralaktycznego; do poligonizacji o dokładności bardzo wysokiej bywa również stosowany znacznie większy i cięższy teodolit precyzyjny Wilda. Kwestię „materializacji” bazy rozwiązano pod wieloma względami doskonale stosując stop inwarowy nieczuły w zastosowaniu praktycznym na zmiany temperatury i redukujący błąd  $m_b$  niemal do zera. Dotychczas wchodzi tu najczęściej w grę:

- 1) długie, 24-metrowej lub innej długości druty inwarowe z markami do celowania po końcach, rozpinane na dwu statywach,
- 2) krótkie łąty, składające się z 2-metrowych taśm inwarowych oprawionych w składane rury metalowe, osadzone środkiem na zwykłych statywach.

Długie druty inwarowe w połączeniu z teodolitem precyzyjnym Wilda są obecnie stosowane do precyzyjnego pomiaru sieci poligonowych o długich bokach, długich ciągach i na większych obszarach. Sieci takie służą do zagęszczania sieci triangulacyjnych wyższych rzędów, a ich punkty węzłowe odgrywają rolę punktów triangulacyjnych rzędów niższych. Poligonizacja taka jest stosowana w terenach otwartych, dość równych, najczęściej stepowych i z dobrym wynikiem rywalizuje tak pod względem dokładności, jak i oszczędności w czasie oraz kosztach z triangulacją niższych rzędów. W terenach zalesionych lub górzystych z triangulacją rywalizować nie może. Według relacji prof. Daniłowa w ciągu ośmiogodzinnego dnia roboczego można założyć i pomierzyć cztery kilometry ciągu precyzyjnego, złożonego z 4-ch boków, przy czym do wykonania tej pracy potrzeba kilku inżynierów i techników, kilkunastu robotników oraz kilka pojazdów konnych, a z instrumentów teodolit precyzyjny Wilda, kilka drutów inwarowych o długości 24 m z markami i statywami. Jak widzimy poligonizacja taka ma charakter specyficzny i pomimo wysokiej dokładności nie nadaje się do zakładania sieci poligonowych w znaczeniu ogólnie przyjętym, bo choć dzienny postęp pracy jest duży, ale też i koszt wykonania jeszcze większy i nawet daleko idące uproszczenia jeszcze kosztu tego do wymaganego poziomu nie zredukują. Oprócz tego długie druty inwarowe można stosować tylko w terenie otwartym, niezabudowanym i niepokrytym drzewami lub krzakami.

Do wykonywania poligonizacji w ogólnie przyjętym znaczeniu tego słowa, nprz. poligonizacji typu katastralnego nadają się natomiast 2-metrowe łaty inwarowe i teodolit uniwersalny Wilda lub Zeissa. Za pomocą tych narzędzi można wykonać sieć poligonową z dokładnością wymaganą przeciętnie przez instrukcje katastralne i inne pod warunkiem jednak, że przeciętna długość boku nie przekroczy 150 m. Widzimy więc, że wadą dwumetrowych łat inwarowych poza wysoką ich ceną jest również i to, że nie pozwalają one na rozwinięcie ciągów poligonowych o dłuższych bokach. Z tego względu należałoby stosować łaty dłuższe, nprz. 4—5-metrowe, o czym świadczą dane przytoczone w poniższej tabelce.

Długość boku w metrach	$\frac{s^2}{b} m_e$ w metrach		$m_b$ w założeniu że $\frac{s}{b} m_b = \frac{s^2}{b} m_e$ w mm	Średnie błędy boków, określone z różnic dwukrotnych pomiarów dopuszczalnych przez	
	łata 2 m $b = 1 m$	łata 5 m $b = 2,5 m$		instrukcję katastralną dla województw zachodnich	instrukcję techniczną Min. Ref. Rol. z r. 1925
1	2	3	4	5	6
100	0,02	0,01	0,25	0,04	0,04
150	0,06	0,02	0,37	0,05	0,05
200	0,10	0,04	0,50	0,06	0,06
300	0,22	0,09	0,75	0,08	0,08
400	0,40	0,16	1,00	0,10	0,09
500	0,62	0,25	1,25	,12	0,11

W kolumnach 2 i 3 podano średnie błędy boków, spowodowane tylko przez błąd  $m_e$  połowy kąta paralaktycznego. Na  $m_e$  przyjęto wartość  $0''.5$ , jaką się przeciętnie otrzymuje według danych praktyki krajowej i zagranicznej z 8 miokrotnego pomiaru kąta paralaktycznego. Kolumny 5 i 6 zawierają średnie błędy średniej arytmetycznej z dwukrotnego pomiaru boków, obliczonej na podstawie różnic dopuszczalnych przy dwukrotnym pomiarze boków przez instrukcję katastralną, obowiązującą na terenie województw zachodnich i przez instrukcję techniczną M. R. R. z r. 1925 dla średnich warunków pomiaru, czyli dla terenu t. zw. II klasy. Błędy te obliczono w sposób następujący. Jeżeli dopuszczalna różnica dwukrotnego pomiaru boku wynosi  $\Delta d$ , to różnica

przeciętna wyniesie  $\frac{\Delta d}{3}$ , a odchylenia poszczególnych pomiarów od wziętej z nich średniej arytmetycznej będą wynosiły  $+\frac{\Delta d}{6}$  i  $-\frac{\Delta d}{6}$ , skąd błąd średniej arytmetycznej wyniesie

$$\pm \sqrt{\frac{2 (\Delta d)^2}{36 \times 2}} = \pm \frac{\Delta d}{6}$$

Z porównania przytoczonych w tabelce danych wynika, że zastosowanie łąty 5-metrowej znacznie zmniejszyłoby średnie błędy mierzonych boków, a pod warunkiem zachowania dokładności wymaganych przez cytowane instrukcje pozwoliłoby na zakładanie boków dwa razy dłuższych. To by już stanowiło o możliwości zakładania poligonów o ogólnie przyjętej długości boków, a zatem i o większej wydajności pracy. Stosowanie jednak 5-metrowej łąty inwarowej byłoby bardzo trudne tak ze względu na jej wysoki koszt, jak i ze względu na niewygodę w jej stosowaniu spowodowaną przez konieczność opierania jej na dwu punktach i ze względu na jej większą wagę.

W kolumnie 4 przytoczonej wyżej tabelki podane są ewentualne różnice w długości połowy łąty, które spowodowałyby te same błędy w bokach, co i błąd połowy kąta paralaktycznego  $m_e$ . Widzimy, że różnice te są na ogół dość duże i znacznie przekraczają minimum tego błędu, jaki można byłoby osiągnąć przy wykonaniu łąt z innego materiału, nprz. z drzewa. Różnice te zmniejszone kilka razy, nprz. 4—5-krotnie zwiększyłyby co prawda do pewnego stopnia błąd pomiaru boku, ale zato umożliwiłyby stosowanie dłuższych łąt, wykonanych z tak lekkiego materiału, jakim jest drzewo.

Myśl zastosowania do poligonizacji paralaktycznej łąt drewnianych podał i urzeczywistnił w r. 1934 S. Grygorczuk, Mierniczy Przysięgły, konstruując dogodne w użyciu i dostatecznie lekkie łąty rozsuwane o największej długości 5 m oraz dokonując pomiarów próbnych w oparciu o triangulację w Regionie Łódzkim. Pomiaru te miały na celu dostarczenie podkładu geodezyjnego do zdjęć lotniczych. Opis łąt i sprawozdanie w wyników pomiarów podał S. Grygorczuk w „Nowych drogach poligonizacji“ (Przegl. Miern. 7—1935). Przytaczamy niżej niektóre dane z wymienionego sprawozdania. A więc podana obok tabelka zawiera wyniki po-

## Wyniki polygonizacji paralaktycznej w Regionie Kódkzim.

Nr ciągu	Nazwa ciągu	Długość ciągu m	Liczba stanowisk	Średnia długość boku m	Odchyłka liniowa w ciągu $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$	Odchyłka. dopuszczalna według in- strukcji M. R. R. 1925 r	Odchyłka wyrażona w ‰, ‰ <sup>0</sup> / <sub>10</sub> odchył- ki dopusz- czalnej	Odchyłka względna	Uwagi
1	Δ Marysin — p. 5 węzłowy	1629	6	272	0,20	1,03	20	1: 8000	Średnia długość boku w sieci wynosi 264 m.
2	p. 5 węzłowy—Δ Lan- gówek	2581	9	287	0,64	1,45	44	1: 4000	
3	Δ Rogi — p. 5 węzł.	2383	8	298	0,39	1,40	28	1: 6100	
4	p. 5 — p. 111	2478	11	225	0,15	1,40	11	1:16500	
5	p. 111 — $\frac{1}{2}$ Łagiew- niki	3088	13	238	0,34	1,70	20	1: 9100	
6	Δ Lucmleitz — Δ Księstwo	6461	24	270	0,40	3,15	13	1:16200	
7	Δ Fellkein—p. 79 węzł.	2123	8	265	0,33	1,25	26	1: 6400	
8	Δ Będoń—p. 79 węzł.	2867	12	239	0,35	1,60	22	1: 8200	
9	Δ Ludwików — p. 79 węzłowy	6732	24	280	0,62	3,25	19	1:10900	

miaru szeregu ciągów, przebiegających w znacznej części drogami i przesiekami leśnymi,

Oprócz tego pomierzono kilka boków jednocześnie metodą paralaktyczną i taśmą stalową; otrzymano przy tym następujące wyniki:

Pomiar paralaktyczny	Pomiar taśmą	Różnica	Odchyłka względna
223,77 m	223,75 m	+ 0,02 m	1 : 11 200
172,59	172,60	- 0,01	1 : 17 300
347,61	347,55	+ 0,06	1 : 5 800
167,32	167,40	- 0,08	1 : 2 100

ostatni bok biegł przez teren podmokły.

Rozpatrując przytoczone w tabelce wyniki pomiaru ciągów, widzimy, że dokładność ich jest bardzo wysoka i uczyni zadość nie tylko wymaganiom instrukcyj katastralnych ale i innych o wymaganiach wyższych. Określone z takich ciągów fotopunkty, czyli punkty oparcia dla zdjęć lotniczych spełnią swe zadanie przy przetwarzaniu tych zdjęć aż nadto dobrze. Można również przypuszczać, że poza podkładem geodezyjnym dla zdjęć lotniczych łąty drewniane zamiast inwarowych mogą mieć szerokie zastosowanie również przy zakładaniu poligonów dla porzeb katastru, przy pracach związanych z przebudową ustroju rolnego, przy określaniu punktów oparcia dla zdjęć topograficznych zwłaszcza w terenie zalesionym, a nawet może i przy poligonizacji miejskiej.

Wydajność pracy w Regionie Łódzkim była dość duża, bo 1 km. poligonu zakładano i mierzono w przeciągu 1 godz. 15 m. czyli w ciągu ośmiogodzinnego dnia pracy wykonywano 6,4 km. poligonizacji, podczas gdy według J. Drakego przy zastosowaniu 2-metrowej łąty inwarowej i odpowiednio krótszych boków w ciągu tego samego dnia wykonywano tylko 2,8 km. (patrz. J. Drake: „Untersuchung der Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der Eutfierungsmessung bei Polygonisierung, str. 22).

Łaty komparowano metrami t. zw. normalnymi, przy czym błąd komparacji łąty nie przekraczał według autora  $\pm 0.2$  mm. Łaty te można nastawiać na długość 3,4 i 5 m, w Regionie Łódzkim stosowano jednak wyłącznie długość 5 m.

Dalsze zastosowanie znalazły łąty drewniane przy opracowaniu metodą poligonizacji paralaktycznej podkładów geodezyjnych do zdjęć lotniczych, mających na celu dostarczenie materiału planowego dla Komisji Klasyfikacyjnych Ministerstwa Skarbu.

W roku 1934 powzięło Ministerstwo Skarbu decyzję dokonania nowej klasyfikacji gruntów, co znalazło swój wyraz w Ustawie z dnia 26 marca 1935 r., której artykuł 1 brzmi następująco:

„W celu ustalenia jednolitych podstaw dla równomiernego wymiaru podatku gruntowego i utrzymania ewidencji gruntów będzie przeprowadzona klasyfikacja gruntów na całym obszarze Państwa”.

Prace przygotowawcze były rozpoczęte już w roku 1934 i poza organizowaniem aparatu wykonawczego polegały na gromadzeniu i uzupełnianiu odpowiedniego materiału pomiarowego, który posłużyłby do wnoszenia nań jednostek klasyfikacyjnych i określania ich powierzchni. Dotyczyło to województw centralnych i w pierwszym rzędzie województw wschodnich, gdzie poza niejednolitym materiałem planowym bardzo wiele gruntów żadnych wogóle planów pomiarowych nie posiada. Pierwsze miejsce pośród materiału planowego zajmują tam pod względem dokładności i aktualności plany pomiarowe wykonane w związku z przebudową ustroju rolnego i pokrywające już miliony hektarów. Na drugim miejscu znajdują się wszelkie inne plany, badane pod względem przydatności dla celów klasyfikacyjnych tak w biurze jak i w terenie. Na gruntach nieposiadających żadnych planów lub plany przestarzałe, postanowiono wykonać zdjęcia aerofotogrametryczne, a następnie fotoplany w skali 1:5000. Pracy tej podjął się Wydział Aerofotogrametryczny Polskich Linij Lotniczych „Lot”, przy czym na samym wstępie powstała kwestia z jednej strony ustalenia metody opracowania zdjęć lotniczych (fotoplanów), z drugiej zaś kwestia opracowania i dokładności podkładu geodezyjnego. Dążąc do najbardziej oszczędnego, a jednocześnie nie ustępującego pod względem dokładności planom powstałym przy przebudowie ustroju rolnego opracowania zdjęć lotniczych, postanowiło Kierownictwo Fotolotu zastosować triangulację radialną w oparciu o poligonizację paralaktyczną z zastosowaniem łańcuchów drewnianych. Postanowiono łańcuchy triangulacji radialnej, biegnące w kierunku linii lotu, opierać przeciętnie co 5 km. na fotopunktach określanych w terenie drogą poligonizacji; przy skali zdjęcia około 1:10.000, wymiarach zdjęć 18 × 18 cm. i 60-procentowym pokryciu odległość 5 km. odpowiada przeciętnie siedmiu rozetom triangulacji radialnej. Okoliczność powyższa miała decydujący wpływ na kształt i wymiary ciągów sieci poligonowej. A mianowicie ciągi poligonowe, z których ma być określane położenie fotopunktów, powinny przebiegać w odstępach przeciętnie



5-kilometrowych, równoległe do siebie i prostopadłe do linii lotu. Ciągi poprzeczne do poprzednich prostopadłe mają przebiegać w odstępach 10-kilometrowych. W ten sposób idealna sieć poligonowa ukształtowałaby się na sieć prostokątów o bokach 5 i 10 km. W rzeczywistości sieć poligonowa odchyła się niekiedy znacznie od swego ideału na skutek dążenia do zakładania ciągów wzdłuż istniejących dróg (patrz załączony szkic). Zdjęcia lotnicze wykonywa się z istoty rzeczy na obszarach dużych, zawierających z reguły kilkadziesiąt tysięcy ha, chociaż by na tych obszarach znajdował się pewien odsetek gruntów już pomierzonych. Rzecz prosta, że i sieć poligonowa jest w takich wypadkach rozległa i liczy setki kilometrów ciągów, a ciągi między punktami węzłowymi mają często długość znacznie większą od 10 km. Ogólne zasady poligonizacji wymagają, aby poszczególne ciągi były krótsze, a cała sieć oparta na triangulacji. Niestety tereny województw centralnych i wschodnich są pod względem zaopatrzenia w sieć triangulacyjną bardzo ubogie, a zakładanie ad hoc takiej sieci pomimo wielkich kosztów zatrzymałoby prace komisji klasyfikacyjnych na szereg lat. Postanowiono więc tam, gdzie sieci triangulacyjnej niema, zakładać sieć poligonową bez oparcia na punktach triangulacyjnych, usprawiedliwiając to następującymi względami:

a) fotoplany w ostatecznym wyniku sporządzane są nie na obszary wielkie, lecz na poszczególne jednostki podatkowe (zbiorowe lub indywidualne) nie przekraczające kilku tysięcy ha i mogą być tak, jak i plany pomiarowe, powstałe przy przebudowie ustroju rolnego, nie powiązane geodezyjnie z jednostkami sąsiednimi; w tym wypadku przesunięcia w sieci poligonowej nie opartej o szkielet triangulacyjny nie powinny odbijać się ujemnie na fotoplanach poszczególnych terenów, stanowiących jednostki podatkowe,

b) wszystkie prace pomiarowe wykonywane przy przebudowie ustroju rolnego (głównie parcelacje i komasacje) były i są wykonywane na obszarach o powierzchniach tego samego rzędu i z reguły też bez oparcia o triangulację i bez geodezyjnego powiązania z obszarami sąsiednimi, a więc fotoplany (w terenach płaskich) nie będą pod tym względem gorsze od planów parcelacyjnych i komasacyjnych, które należy uważać za najlepszy istniejący podkład do klasyfikacji gruntów,

c) doświadczenie niektórych państw wskazuje na to, że przy zakładaniu katastru gruntowego należy jednorazowo wyzyskać taki materiał planowy, jaki jest, a braki uzupełniać w okresie

późniejszym; łatwiej jest potem stopniowo korygować i uzupełniać braki, niż wykonać odrazu pracę ponad siły.

Słuszne bodaj było rzucone na ostatnim zjeździe Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego zdanie, że gdyby nie zrezygnowano z pewnych zasad geodezji, to klasyfikacja i ewidencja gruntów nie ruszyłaby do dziś z miejsca.

Zdjęcia lotnicze zapoczątkowano w r. 1936 na terenach województw wschodnich. W tym też roku zaczęto zakładać na zdjętych obszarach sieci poligonowe i mierzyć je metodą paralaktyczną. Od tego czasu minęło dwa lata i na podstawie zebranego materiału pomiarowego oraz doświadczenia można wysnuć pewne wnioski o celowości i dokładności zastosowanej metody pomiarowej. Przed tym jednak opiszemy w kilku słowach sposób zakładania i mierzenia ciągów poligonowych.

Kierownik partii pomiarowej na podstawie fotoszkieł z wyznaczonymi na nich fotopunktami i szkicu uwidoczniającego kierunku ciągów projektuje w terenie punkty poligonowe tak, aby pomiar ciągu i fotopunktów mógł być wykonany w warunkach najkorzystniejszych. Punkty poligonowe stabilizuje się kołkami drewnianymi. Do pomiaru używa się teodolitów uniwersalnych Wilda i opisanych wyżej rozsuwanych 5-metrowych łat drewnianych, przy czym w wyjątkowych wypadkach (gęsty las, krzaki) dozwala się używanie 4-metrowego lub nawet 3-metrowego rozstawienia łat pod warunkiem jednak odpowiedniego zmniejszenia długości boku. Dozwala się zakładanie boków o długości 500 m, a w wyjątkowych wypadkach więcej, ale też pod warunkiem zwiększenia liczby pomiarów kąta paralaktycznego. Przed pomiarem kąta paralaktycznego ustawia się na jednym punkcie teodolit, a nad dwoma sąsiednimi, poprzednim i następnym, łaty, przy czym środki ich ustawia się nad punktami za pomocą pionów, a do ustawienia ich prostopadle do boku poligonowego używa się węgielnicy przyrządzonej ustawianej na środku pudła łaty, sprawdzanej do poziomu za pomocą liteli (aby zbytnio nie odbiegać od tematu głównego opuszczamy omówienie wpływu nieuniknionych błędów ustawienia łaty na określaną odległość; nadmienimy tylko, że błędy te są znikomo małe w porównaniu z błędami kąta paralaktycznego i długości łaty). Po ustawieniu teodolitu i łat mierzy się w dwu seriach i przy dwóch położeniach lunety kierunki na prawe i lewe marki łat w kolejności, jaka w najlepszy sposób zabezpiecza eliminację błędów instrumentalnych. Ma to pewne znaczenie raczej dla kąta poligonowego, bo wpływ błędów

instrumentu na małe kąty paralaktyczne jest znikomo mały. Jak widzimy, kąt paralaktyczny jest mierzony z jednego stanowiska i dla jednego boku czterokrotnie. Przy przejściu na następne stanowisko przesuwają się o jeden punkt naprzód nie tylko teodolit, ale i łąty, wobec czego kąt paralaktyczny dla jednego i tego samego boku jest mierzony cztery razy na jedną łątę i cztery na drugą, razem osiem razy. Wartość kąta wierzchołkowego poligonu otrzymuje się jako różnicę średnich kierunków na markę prawą i lewą. Ze względu na wysoką dokładność teodolitów uniwersalnych Wilda można byłoby spodziewać się wysokiej dokładności pomiaru kątów wierzchołkowych, jednakowoż wskutek błędów centrowania przede wszystkim łąt, a następnie teodolitu błędy te w porównaniu z błędami kątów paralaktycznych są dość duże, choć w porównaniu z błędami boków niewspółmiernie małe. Wykonywanie pomiarów kątowych w dwu seriach prowadzi nie tylko do 8-krotnego pomiaru kąta paralaktycznego, ale daje również dużą rękojmię unikania błędów grubych; jeżeli dotychczas miały miejsce powtórne pomiary niektórych ciągów, to nie ze względu na błędy grube, lecz niestaranny lub w złych warunkach wykonany pomiar.

Jeżeli na poligonizowanym terenie istnieje sieć triangulacyjna, ale, jak zwykle bywa, w zbyt małej liczbie punktów, to jej się nie zagęszcza, jak by tego wymagały zasady poligonizacji, a ciągi poligonowe nawiązuje się tylko do punktów istniejących. Spółrzędne geograficzne tych punktów przelicza się według Krügera na spółrzędne wiernokątne prostokątne płaskie.

Na terenach niestriangulowanych sieć poligonową traktuje się jako sieć samoistną.

Orientowanie takiej sieci względem południka odbywa się w sposób uproszczony, a mianowicie: na punkcie poligonowym, który może być dokładnie wniesiony na mapę topograficzną w skali 1:100.000 lub 1:25.000 mierzy się kierunek na jakiś punkt stały, np. wieżę kościoła, uwidoczniiony na mapie i odległy nie mniej niż o 5 km. i azymut tego kierunku otrzymuje się graficznie z mapy. Dokładność takiej orientacji wynosi przeciętnie, jak wykazało doświadczenie, około  $0^{\circ}.5$ , czyli nie różni się od dokładności, z jaką orientuje się plany, sporządzane przy przebudowie ustroju rolnego, a obecnie i plany, sporządzane przez komisje klasyfikacyjne.

Pomiary wykonywane są dotychczas na zasadach pracy akordowej tak w sezonie letnim, jak i zimowym. Partia pomia-

rowa składa się z kierownika partii, najczęściej inżyniera i 3 — 4 robotników, których trzeba odpowiednio wyszkolić. Wydajność dzienna wynosiła dotychczas od 6 do 10 km. ciągu poligonowego. Warunki pomiaru oraz warunki bytowania partii są dość trudne. Wobec dużego postępu dziennego w pracy niemal każdą noc spędza partia pomiarowa w innym osiedlu, a podczas pracy musi mieć przy sobie nie tylko niezbędne do pomiarów narzędzia, ale również wszystkie przedmioty pierwszej potrzeby i skazana jest z istoty rzeczy na niewygody życia koczowniczego.

Wyrównanie sieci poligonowych wykonywa się metodami uproszczonymi, przy czym wysoka dokładność pomiaru kątów wierzchołkowych pozwala na nieliczenie się z wpływem ich błędów podczas wyrównania przyrostów. Długości boków zaokrąglą się do 5 cm, azymuty boków do 10'', a kąty paralaktyczne powyżej 40' — do 1'',0, poniżej zaś 40' — do 0'',5.

Przez dłuższy czas nie była rozwiązana kwestia, jakie odchyłki liniowe w ciągach należy uważać za dopuszczalne, a jakie odrzucać, jako powstałe wskutek popełnionego przy pomiarze błędu grubego.

Praktycznie można byłoby porównywać otrzymywane odchyłki z odchyłkami dopuszczalnymi przez Instrukcję techniczną Min. Ref. Rol. lub niedawno (12.VI.1937) wydaną „Instrukcję obowiązującą przy wykonaniu prac pomiarowych, związanych z klasyfikacją gruntów dla podatku gruntowego“, która zresztą w dziale odchyłek linjowych pokrywa się dokładnie z Instrukcją techniczną M. R. i R. R. Jednakowoż takie rozwiązanie kwestii jest niesłuszne o tyle, że właściwości i kształtowanie się błędów poligonizacji paralaktycznej jest inne, niż poligonizacji z bokami mierzonymi bezpośrednio taśmą.

Przybliżony wzór na dopuszczalną odchyłkę linjową w ciągu paralaktycznym wyprowadzono w sposób następujący. Założono przede wszystkim, że odchyłka ta jest funkcją tylko błędów w bokach, co jest usprawiedliwione przez niewspółmiernie małe błędy w kątach wierzchołkowych. Następnie za punkt wyjścia wzięto wzór (II), w którym część błędu  $m_s$  wyrażoną przez  $\frac{s}{m} m_b$  i zależną od błędu łąty przyjęto za błąd systematyczny boku, zmieniający się proporcjonalnie do długości boku, część zaś  $\frac{s^2}{b} m_t$  zależną od błędu kąta paralaktycznego — za błąd przypadkowy. Założono

dalej, że domuszczalny błąd boku jest 3 razy większy od błędu średniego, czyli wynosi:

$$\max m_s = 3 \frac{s}{b} m_b + 3 \frac{s^2}{b} m_\varepsilon$$

Teraz łatwo już otrzymać maksymalny błąd liniowy w ciągu, złożonym z  $n$  równych boków. Błąd ten wyniesie:

$$\max f_s = 3 \frac{s}{b} m_b \cdot n + 3 \frac{s^2}{b} m_\varepsilon \cdot \sqrt{n}$$

Jeżeli długość takiego ciągu oznaczymy przez  $L$ , to  $n = \frac{L}{s}$

$$\max f_s = 3 \frac{m_b}{b} L + 3 \frac{s^2}{b} m_\varepsilon \sqrt{\frac{L}{s}}$$

Aby wzór ten można było zastosować do ciągu, złożonego z boków o niejednakowej długości, należy zamiast  $s$  podstawić do niego  $s_0$ , równe średniej długości boku w ciągu; wtedy

$$\max f_s = 3 \frac{m_b}{b} L + 3 \frac{s_0^2 m_\varepsilon}{b} \sqrt{\frac{L}{s_0}} \dots \dots \dots \text{(III)}$$

Teraz pozostaje tylko podstawić odpowiednie wartości na  $b$ ,  $m_b$  i  $m_\varepsilon$ . Średni błąd  $m_\varepsilon$  uzyskano z materiału połowego w ten sposób, że z wielkiej, bo liczonej na tysiące liczby kątów paralaktycznych wzięto po 10 z 10 ciu różnych sieci, mierzonych przez różnych wykonawców, w różnym czasie i różnymi teodolitami uniwersalnymi, przy tym jeżeli w danej sieci było np. 500 kątów paralaktycznych, to do obliczenia ich średniego błędu brano kąt 1, 50, 100-ny i t. d. Dla każdego z tych kątów obliczono średni błąd  $m_{2\varepsilon}$ , a następnie średnią z nich obliczono ze wzoru:

$$m_{2\varepsilon} = \pm \sqrt{\frac{\sum m_{2\varepsilon}^2}{n}}$$

Otrzymano w ten sposób średnie  $m_{2\varepsilon} = \pm 1''.03$ , skąd  $m_\varepsilon$  połowy kąta paralaktycznego po zaokrągleniu wyniosło

$$m_\varepsilon = \pm 0'',5.$$

Największe  $m_{2\varepsilon}$  napotkane przy obliczeniu poszczególnych jego wartości wyniosło  $\pm 1'',67$ . Na średni błąd łaty 5-metrowej przyjęto  $m_{2b} = \pm 0,4 \text{ mm}$ , skąd dla połowy łaty

$$m_b = \pm 0,2 \text{ mm}.$$

Wzięto tu pod uwagę oprócz błędu komparacji ewentualną zmianę długości łąty pod wpływem temperatury lub wilgotności oraz nieuniknione błędy w ustawieniu łąty. Podstawiając do (III):  $b = 2,5 \text{ m}$ ,  $m_b = 0,2 \text{ mm}$  i  $m_e = 0''.5 \sin 1''$  otrzymamy ostatecznie dla wykonywanej poligonizacji

$$\max f_s = 0,00024 L + 0,0000029 \sqrt{s_0^3} \sqrt{L} \quad . . . . . \text{(IV)}$$

We wzorze tym nie dodano wyrazu, uwzględniającego błędy położenia punktów nawiązania, jako nie odgrywającego istotnej roli zwłaszcza przy ciągach dłuższych. Podstawimy teraz do (IV)  $s_0 = 300 \text{ m}$  i porównamy wynik z odpowiednim wzorem instrukcji technicznej M. R. R. z r. 1925 dla średnich warunków pomiarowych. Po wymienionym podstawieniu otrzymamy:

$$\max f_s = 0,00024 L + 0,0151 \sqrt{L}$$

Odpowiedni wzór instrukcji technicznej M. R. R. ma postać:

$$\max f_l = 0,00035 L + 0,0105 \sqrt{L} + 0,035$$

Nadmienimy miuchochodem, że wzór ten mało się różni od odpowiedniego wzoru, stosowanego w katastrze francuskim, a poza tym daje tolerancje  $n$  mniejsze, niż instrukcja katastralna, obowiązująca na terenie województw zachodnich. Porównywując ostatnie dwa wzory widzimy, że układ błędów systematycznych i przypadkowych jest w obydwu poligonizacjach istotnie różny, przy czym charakterystycznym jest to, że na błąd systematyczny w poligonizacji paralaktycznej zawsze można osiągnąć wielkość mniejszą, niż w poligonizacji zwykłej. Jeżeli obliczymy według powyższych wzorów  $\max f_s$  i  $\max f_l$  dla ciągów o różnych długościach, to okaże się, że dla  $L = 1000 \text{ m}$ , będzie  $\max f_s = \max f_l$ , zaś dla ciągów dłuższych  $\max f_s$  będzie mniejsze od  $\max f_l$ , skąd wniosek, że poligony paralaktyczne o średniej długości boków  $s_0 = 300 \text{ m}$  powinny dać dokładność wyższą, niż poligony typu katastralnego, w których boki mierzone są taśmą stalową.

Celem ustalenia wzoru na dopuszczalną odchyłkę kątową obliczono z materiału polowego, uzyskanego w r. 1937 średni błąd kąta poligonowego  $m_\beta$  z odchyłkami  $f_\beta$  w poszczególnych ciągach. Po odrzuceniu ciągów z odchyłkami większymi, obliczono  $m_\beta$  z dwustukilkudziesięciu ciągów według wzoru:

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{\sum f_\beta^2}{\sum n}}$$

gdzie  $n$  oznacza liczbę kątów poligonowych w poszczególnych ciągach

Otrzymano okrągło:

$$m_{\beta} = \pm 10'',0.$$

Na dopuszczalną odchyłkę kątową w ciągu przyjęto:

$$\max f_{\beta} = 30'' \sqrt{n} \dots \dots \dots (V)$$

Wzory (IV) i (V) należy traktować, jako odpowiadające średnim warunkom pomiaru, gdyż wyprowadzono je na podstawie całego materiału bez różniczkowania go na uzyskany w warunkach sprzyjających lub niesprzyjających pomiarom.

A teraz porównamy wyniki poligonizacji paralaktycznej, wykonanej w r. 1937 z  $\max f_s$  i  $\max f_{\beta}$ , obliczonymi z (IV) i (V).

W roku tym zaopatrzone w sieci poligonowe 14 terenów o ogólnej powierzchni 525.100 ha bez sieci triangulacyjnej, oraz 10 terenów o ogólnej powierzchni 522.800 ha, na których sieci triangulacyjne były, choć nie zawsze w dostatecznej liczbie punktów. Ogółem pomierzono 261 ciągów poligonowych o ogólnej długości 4117 km i przeciętnej długości boku 398 m, przy czym odchyłki w nich kształtują się w sposób następujący, Odsetek odchyłek kątowych, stanowiących od 0% do 35% odchyłki maksymalnej, obliczonej z (V) wyniósł 65%, stanowiących 36% — 70% maksymalnej — 23%, od 71% do 100% — 8% i ponad 100% — 4%.

Odchyłek liniowych, obliczonych według wzoru  $f_s = \sqrt{f_x^2 + f_v^2}$  było: stanowiących od 0% do 35% odchyłki maksymalnej, obliczonej z (IV) — 36%, stanowiących od 36% do 70% maksymalnej — 38%, od 71% do 100% — 14% i ponad 100 — 12%. Z braku w niektórych dziennikach odpowiednich adnotacyj o warunkach, w jakich mierzono ciągi poligonowe, nie można było w wielu wypadkach podzielić ich na odpowiednie kategorie, wobec czego odchyłki uzyskane porównano z odchyłkami dopuszczalnymi tylko dla średnich warunków pomiarowych. A przecież zdarzały się wypadki wykonywania pomiarów w trudnych warunkach atmosferycznych (wibracja, silny wiatr, mróz) lub na terenach bagnistych (Polesie). Jeżeli do tego przyjąć pod uwagę, że przy wykonywaniu nowej pracy i stosowaniu nowych metod pewne niedociągnięcia są nieuniknione, to uzyskana liczba odchyłek, przekraczających 100% odchyłki dopuszczalnej, nie powinna wydawać się dużą.

Liczba ta wybitnie zmaleje, jeżeli odchyłki uzyskane porównamy z dopuszczalnymi przez niedawno wydaną Instrukcję G.K.K.

obowiązującą przy wykonywaniu prac pomiarowych, związanych z klasyfikacją gruntów dla podatku gruntowego, lub, co da to samo — z Instrukcją techniczną M. R. R. z r. 1925, uzupełnioną „Uproszczeniami przy pracach pomiarowych...” z dnia 17. II. 1934.

Celem łatwiejszego zorientowania się, jak błędy omawianej poligonizacji wpływają na dokładność określenia powierzchni, znajdziemy błąd powierzchni prostokąta o bokach  $a = 5$  km i  $b = 10$  km, odpowiadającego idealnemu oczku omawianej sieci. Oznaczając błędy tych boków przez  $da$  i  $db$ , otrzymamy:

$$P = (a + da)(b + db) = ab \left( 1 + \frac{da}{a} + \frac{db}{b} \right)$$

Ponieważ  $b = 2a$ , przeto

$$P = ab \left( 1 + \frac{2da + db}{b} \right) \dots \dots \dots (a)$$

Możemy przyjąć, że błędy w bokach  $a$  i  $b$  równają się przeciętnym odchyłkom liniowym w poligonach o tych samych długościach boków, czyli:

$$da = fs_a \quad i \quad db = fs_b$$

$fs_a$  i  $fs_b$  obliczymy z (IV) zakładając  $fs = \frac{1}{3} \max fs$  i  $s_o = 400$  m (patrz str. 50). Z obliczenia tego otrzymamy:

$$fs_a = 0,95 \quad i \quad fs_b = 1,58$$

po podstawieniu zaś do (a) będzie:

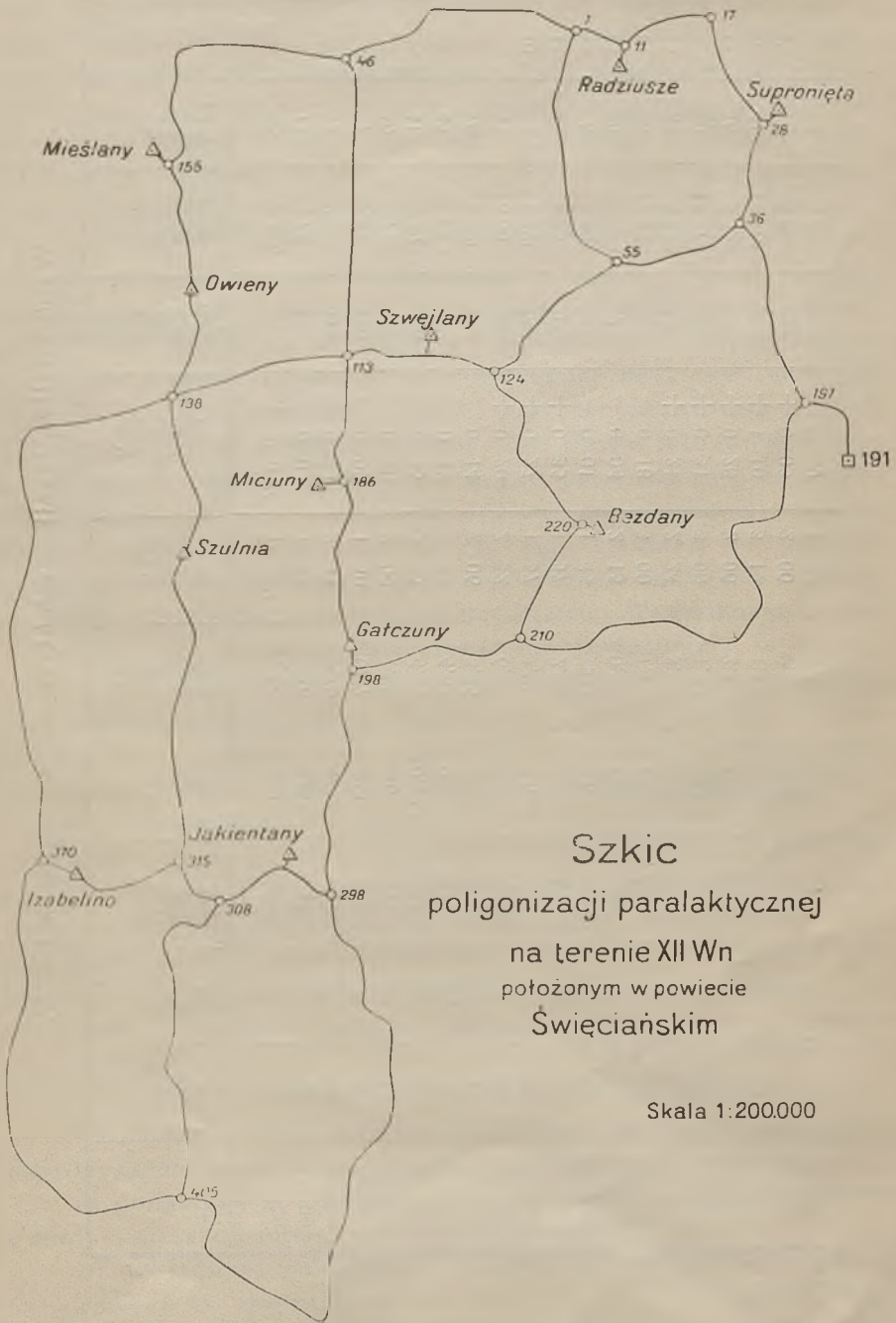
$$P = ab \left( 1 + \frac{1}{2870} \right)$$

czyli błąd względny powierzchni prostokąta o wymiarach 5 km  $\times$   $\times$  10 km wyniesie  $\frac{1}{2870}$ , co z wielką nadwyżką odpowiada celom,

do jakich omówiona poligonizacja jest wykonywana.

Dla lepszego zobrazowania możliwości, jakie może dać poligonizacja paralaktyczna podamy wyniki pomiaru sieci poligonowej, założonej w powiecie Święciańskim na terenie oznaczonym XII Wn. (patrz załączony szkic). Zestawienie najważniejszych danych i odchyłek, dotyczących tej sieci podano obok w tabelce. Sieć ta pod względem dokładności pomiarów kątowych stoi dotychczas na miejscu pierwszym, pod względem zaś odchyłek liniowych ustępuje kilku innym. Oparto ją na jedenastu punktach sieci państwowej trzeciego rzędu, jakie na tym terenie istniały





Wyniki poligonizacji paralaktycznej na terenie XII WN.

Nr ciągu	Liczba stanowisk $n$	Długość ciągu $L$	Średnia długość boku $s_0$	Odchyłka kątowa $f_{0r}$	$30'' \sqrt{n}$	Odchyłka liniowa $f_s$	$\max f_s$	$\max f_l$	$f_s$ w $\frac{0}{100}$ od $\max f_s$	$f_s$ w $\frac{0}{100}$ od $\max f_l$	$f_s$ $L$
1	16	7 326	488	+ 0' 03''	1' 20''	1,66	4,30	3,50	39	47	1:4 400
2	12	5 780	525	- 0 05	1 45	2,18	4,00	2,80	54	78	1:2 700
3	22	9 336	425	- 0 33	2 21	1,19	4,70	4,30	25	28	1:7 900
4	9	3 912	490	- 0 05	1 30	0,87	2,90	2,10	30	41	1:4 500
5	16	7 733	516	- 0 30	2 00	1,99	4,60	3,70	43	54	1:3 900
6	51	24 304	486	- 0 45	3 35	4,19	10,50	10,10	41	41	1:5 900
7	45	20 654	469	- 0 18	3 21	4,03	9,10	8,70	44	46	1:5 100
8	18	8 990	529	0 14	2 06	3,15	5,40	4,20	58	75	1:2 600
9	33	16 008	500	+ 0 20	2 52	6,24	7,95	7,00	78	89	1:2 600
10	15	6 790	485	+ 0 27	1 57	1,95	4,00	3,30	49	59	1:3 500
11	15	7 835	560	+ 0 35	1 57	2,64	4,80	3,70	55	71	1:3 000
12	6	2 803	561	- 0 01	1 45	1,02	2,60	1,60	39	64	1:2 700
13	20	8 018	422	- 0 04	2 15	0,92	4,20	3,80	22	24	1:8 700
14	36	16 245	464	- 0 18	3 00	1,78	7,50	7,10	24	25	1:9 100
15	23	9 378	426	+ 0 21	2 24	3,93	4,70	4,30	84	91	1:2 400
16	36	13 575	388	+ 0 31	3 00	1,94	5,80	6,00	34	32	1:7 000
17	18	8 354	491	+ 0 28	2 06	2,51	4,90	3,90	51	64	1:3 300
18	41	14 561	364	+ 1 10	3 12	1,37	6,00	6,40	3	21	1:11 600
19	16	6 809	454	+ 0 03	2 00	0,84	3,90	3,20	22	26	1:8 700
20	14	5 712	419	- 0 29	1 41	0,80	3,20	2,80	25	28	1:7 100

oraz na punkcie poligonowym N 191 (oznaczonym na szkicu kwadratem) sieci sąsiedniej, związanej z omawianą tylko wspólnym początkiem układu współrzędnych. Sieć składa się z 20 ciągów rozwartych, przy czym przeciętna długość ciągu wynosi 10,2 km; przeciętna długość boku —  $s_0 = 462$  m. Średni błąd kąta paralaktycznego wyniósł  $m_{2\epsilon} = +0'',78$  i średni błąd kąta poligonowego  $m_{\beta} = \pm 5'',7$ . Wyrównania dokonano sposobem uproszczonym nie stosując nawet wyrównania punktów węzłowych; dzięki temu powstały przy wyrównaniu ciągu o różnej długości, oparte bądź bezpośrednio na punkty triangulacyjne, bądź też na punkty poligonowe, położone w różnych odległościach od początków i końców ciągów. Ponieważ nie otrzymano przy tym odchyłek zbyt dużych lub niedopuszczalnych, oraz nie zauważono aby odchyłki większe obciążały wyłącznie ciągi długie lub zawarte między punktami ciągów innych, to należy przypuszczać, że zakładanie ciągów długich większego wpływu na określenie poszczególnych punktów poligonowych nie ma. Powstaje to zapewne wskutek znikomo małych błędów w pomiarach kątowych i równomiernego rozkładania się błędów w bokach. Wszystko to jednak bynajmniej nie dowodzi, aby zakładanie poligonizacji w oparciu o należycie zagęszczoną sieć triangulacyjną nie było pod względem dokładności korzystne. Rozpatrując dalej odchyłki w omawianej sieci, możemy dojść również do wniosku, że nawet przy stosunkowo dużej przeciętnej długości boku  $s_0$  można otrzymać wyniki, zadowalające wymagania instrukcyj technicznych dotyczących poligonizacji typu katasralnego. Świadczą o tym do pewnego stopnia również i liczby odchyłek, stanowiących taki lub inny odsetek odchyłki dopuszczalnej. Porównanie sieci założonej na XII Wn z siecią Regionu Łódzkiego, które po uwzględnieniu niejednakowych przeciętnych długości boków należy uważać pod względem dokładności przeprowadzonego pomiaru za równorzędne, potwierdza wniosek, że poligonizację paralaktyczną możemy wykonać z żadaną dokładnością, stosując odpowiednie długości boków,

Całokształt zebranego materiału oraz uzyskane dotychczas doświadczenie pozwala na wysnucie następujących wniosków:

a) poligonizacja paralaktyczna jest metodą znacznie szybszą i wydajniejszą od innych metod poligonizacji,

b) dokładność poligonizacji paralaktycznej przy zastosowaniu 5-metrowych łąt drewnianych nie jest niższa od dokładności używanej przy stosowaniu 2-metrowych łąt inwarowych, przy czym wydajność pracy w pierwszym wypadku jest znacznie większa,

c) metoda poligonizacji paralaktycznej ma znaczną przewagę nad innymi pod względem dokładności pomiaru kątów poligonowych; ma to również duże znaczenie przy ustalaniu sposobów wyrównania sieci poligonowej,

d) 5-metrowe rozsuwane łąty drewniane znacznie rozszerzają zakres stosowania poligonizacji paralaktycznej; należy przypuszczać, że dzięki tym łątom znajdzie ona dalsze zastosowanie nie tylko w dziedzinie opracowania podkładów geodezyjnych dla zdjęć lotniczych, ale i w dziedzinach innych; tak np. można już bez zastrzeżeń stwierdzić, że w dziedzinie topograficznych zdjęć stolikowych zwłaszcza na terenach zalesionych okaże się ona nader korzystną; da również dobre wyniki przy pomiarach typu katastralnego, a prawdopodobnie i przy poligonizacji miast zwłaszcza w dzielnicach niezabudowanych.

e) poligonizacja paralaktyczna, jako metoda względnie nowa wymaga jeszcze dalszych studiów i badań, które w swym wyniku doprowadzą niewątpliwie do pewnych ulepszeń tak metod pracy, jak i instrumentów oraz określą jej właściwe miejsce pośród stosowanych dotychczas metod pomiarowych.

*Doc. Inż. Włodzimierz Kolanowski*

## Przegląd piśmiennictwa.

### Krajowe.

Fotogrametria dwuobrazowa naziemna (Terrostereofotogrametria), przez Mjr. Antoniego Zawadzkiego. — Zeszyt 3 — 4 kwartalnika „Wiadomości Służby Geograficznej” z r. 1937, przynosi nam wartościowy artykuł czołowego specjalisty w dziedzinie zdjęć fotogrametrycznych naziemnych, w którym szczegółowo omówione są wszystkie czynności związane z wykonywaniem zdjęć terofotogrametrycznych połowym wyposażeniem Zeiss'a C 3b, wraz z odpowiednimi podstawami teoretycznymi i przykładami liczbowymi. Całość ujęta jest na 72 stronach i podzielona na następujące rozdziały: I. Prace przygotowawcze, II. Instrumenty i przyrządy polowe do zdjęć naziemnych, III. Prace w polu i IV. Dokładność pomiarów.

Prace polskiej wyprawy naukowej na Grenlandię w 1937 r. Mjr. Zawadzki. Zeszyt 3-4 „Wiad. Śl. Geogr.” r 1937. — Bogato ilustrowane sprawozdanie z przebiegu prac wykonanych przez polską wyprawę w czasie od 16 czerwca do początku września 1937 r.

## Zagraniczne.

Bildmessung und Luftbildwesen. 1937. Zeszyt 3.

Skala zdjęcia i skala opracowania. — O. v. Gruber.

Fotogrametryczne i astronomiczne załamanie promienia. — P. Gast.

Wzory dokładności warstwic otrzymanych stereofotogrametrycznie. — Inż. F. Manek.

Czy sposób Porro-Koppe'go został prześcigniony? — O. v. Gruber.

Zeszyt 4.

Zdjęcie lotnicze i pomiary górskie, oraz służące do tego przyrządy dla wykonywania zdjęć i ich opracowywania. — O. v. Gruber.

Wspólna orientacja kilku zdjęć tego samego terenu. — S. Finsterwalder.

Opracowanie nowego planu katastralnego pojezierza na podstawie zdjęć lotniczych. — T. D. Kiers.

Badania dokładności aerotriangulacji wykonanej przy pomocy stereomikrometru i biquadrantu. — A. Kint.

Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erasmisli. 1937. Nr. 5.

Uwagi na temat fotogrametrii (c. dalszy). — Prof. Dr. Inż. G. Cassinis i Dr. Inż. L. Solaini. — Stereoskopowe przyrządy pomiarowe, Stereofotogrametria naziemna, Stereoautograf.

Nr. 6.

Zastosowanie aerotriangulacji przy zdjęciach Po. — Dr. Inż. L. Ottolenghi. — Opis aerotriangulacji wykonanej na obszarze 17 km długim i 2 km szerokim, wyrównanie wyników i opracowanie planów w skali 1:5.000.

Uwagi na temat fotogrametrii. — Prof. Dr. Inż. G. Cassinis i Dr. Inż. Solaini (c. dalszy). — Loty dla wykonywania zdjęć. Czytelność zdjęć. Graficzne metody wykorzystania zdjęć.

## Spis rzeczy drukowanych w „Przeglądzie Fotogrametrycznym“ w roku 1937.

	str.
1. O nowym stereoautografie Wilda A-5. — Br. Piątkiewicz . . . . .	3
2. Dokładność zdjęcia szczegółów drogą przetwarzania zdjęć lotniczych. — T. Jastrzębski i Inż. P. Niemczyk . . . . .	16
3. Ś. P. Dr. Ludomir Wofke. — Inż. M. E. Piasecki . . . . .	25
4. VII-y Doroczny Zjazd Polskiego T-wa Fotogrametrycznego . . . . .	27
5. Sprawozdanie Kasowe P. T. F. za rok 1936 . . . . .	29
6. Przegląd piśmiennictwa . . . . .	29
7. Metoda poziomowania modelu stereoskopowego w autografach. — Prof. Dr. Inż. E. Wilczkiewicz . . . . .	31
8. Poligonizacja paralaktyczna jako podkład geodezyjny do zdjęć aerofoto- grametrycznych. — Doc. Inż. W. Kolanowski . . . . .	36
9. Przegląd piśmiennictwa . . . . .	56

---

**Redaktor: inż. M. Brunon Piasecki.**

Telefon 978-90. Konto P. K. O. 154-552.

---

**Ceny ogłoszeń: cała strona 75 zł.—pół strony 40 zł.**

---

# WILD

## AUTOGRAF MODEL A5

Nowy autograf, skonstruowany na podstawie ostatnich doświadczeń i zdobyczy w dziedzinie stereofotogrametrii, przedstawia sobą następujące zalety:

**O**dległość obrazu można dowolnie nastawiać z zewnątrz w granicach od 10 do 21,5 cm.

**M**aksymalny format obrazów 18x18 cm.

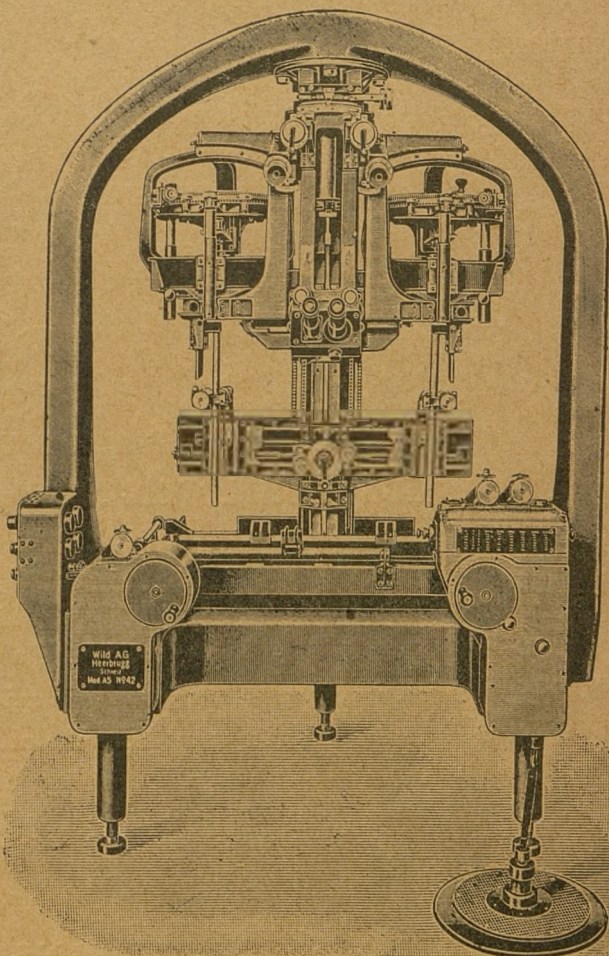
**M**odel przestrzenny obracalny dookoła trzech osi przestrzennych bez naruszania wzajemnej orientacji.

**D**ogodne opracowanie zdjęć szerokokątnych.

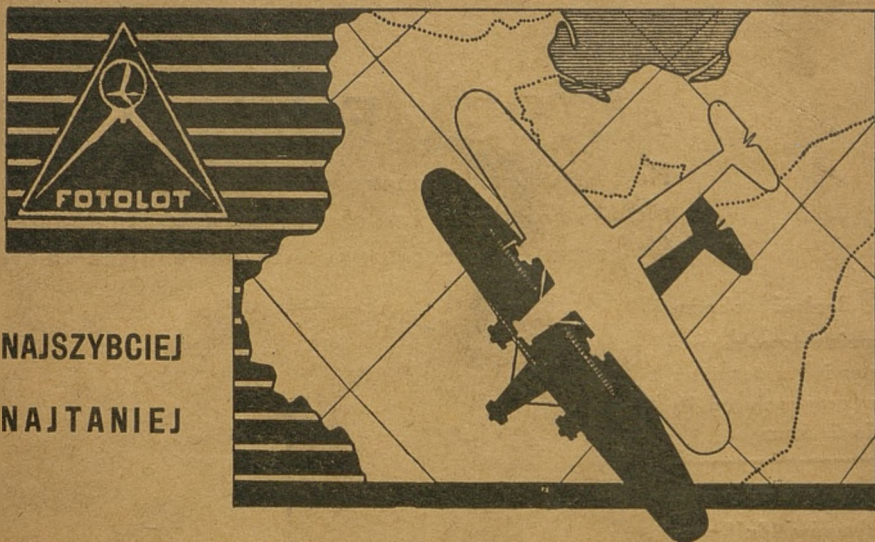
**A**erotriangulacja przez nawiązywanie kolejnych zdjęć.

**H. WILD S. A.**

**Instrumenty Geodezyjne Heerbrugg, Szwajcaria**



Wyłączne przedstawicielstwo na Polskę H. ROZEN, Warszawa, Krucza 36, tel. 9-41-78



**NAJSZYBCIEJ  
NAJTANIEJ**

# **FOTOLOT**

**WYDZIAŁ AEROFOTOGRAMETRYCZNY  
POLSKICH LINII LOTNICZYCH „LOT”**

**WYKONYWA METODĄ ZALECANĄ PRZEZ MIN. SPRAW WEWN.**

plany sytuacyjne i wysokościowe dla celów  
gospodarczych i ewidencyjnych, regulacji miast  
i rzek, rejestracji zabytków architektonicznych  
i t. p.

oraz produkuje plansze aluminiowe do kartowania planów.

**WARSZAWA, ul. CHAŁUBIŃSKIEGO 4**

Gmach Ministerstwa Komunikacji

Tel. 9-78-90.