

Płaskie fotogrametryczne pole doświadczalne

Podstawowym materiałem fotogrametrycznym w pracach Zakładu Fototopografii są zdjęcia lotnicze. Zakład Fototopografii mógłby w swoich pracach wykorzystywać zdjęcia lotnicze, na których wykonują swoje zadania przedsiębiorstwa produkcyjne. Zdjęcia te wykonywane są jednak według odpowiednich założeń, które ustala obowiązujący w danym okresie czasu, zwykle bardzo długim, proces produkcyjny przedsiębiorstwa. Dlatego też wykorzystywanie tych zdjęć w pracach Zakładu Fototopografii jest ograniczone, a często niemożliwe ze względu na to, że warunki, jakim powinny odpowiadać zdjęcia lotnicze, ustalane na podstawie tematów prac Zakładu, są niezależne i częstokroć odmienne od analogicznych warunków stawianych przez przedsiębiorstwo. Stąd wniosek, że Zakład powinien posiadać oprócz zdjęć lotniczych, uzyskiwanych z przedsiębiorstwa, zdjęcia lotnicze wykonane specjalnie dla jego prac.

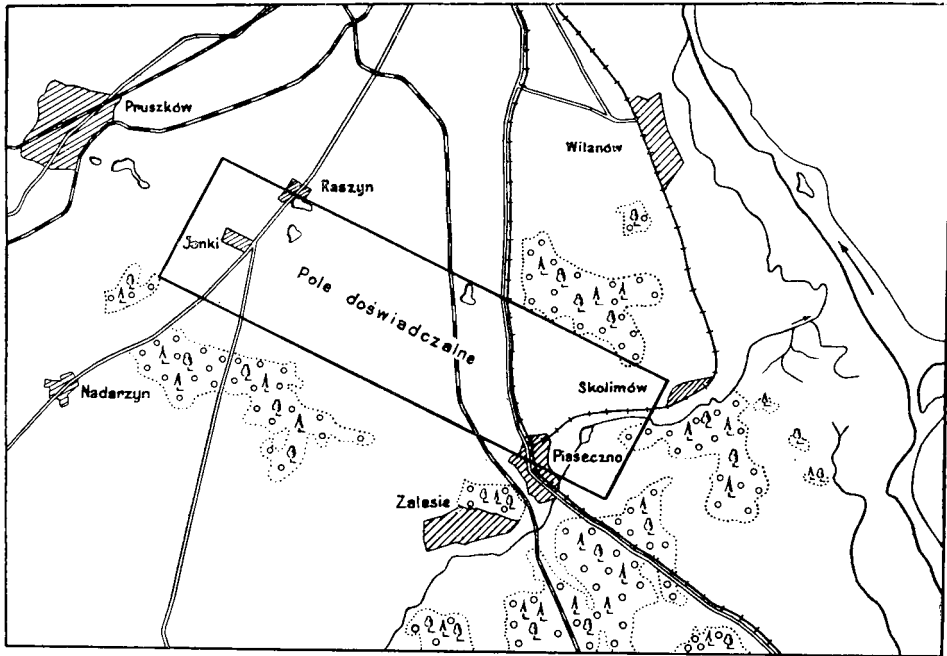
Wybór obszaru

Ze zdjęciami lotniczymi wiąże się zagadnienie wyboru takiego obszaru na terenie kraju, którego zdjęcia lotnicze byłyby najodpowiedniejsze dla prac Zakładu. Obszar taki, wyposażony w gęstą sieć punktów geodezyjnych, których współrzędne wyznaczone są z dokładnością przewyższającą dokładność opracowań fotogrametrycznych, nazywamy fotogrametrycznym polem doświadczalnym. Chcąc zatem posiadać odpowiednie zdjęcia lotnicze musiał Zakład Fototopografii założyć pole doświadczalne. W tym celu należało ustalić: a) gdzie ma się ono znajdować, b) jaki ma być jego kształt i wymiary, c) w jaką osnowę geodezyjną powinno być ono wyposażone, d) jakim warunkom powinny odpowiadać zdjęcia lotnicze pola doświadczalnego.

Podział opracowań fotogrametrycznych zależny jest w dużej mierze od rodzaju rzeźby terenu, dla którego dane opracowanie jest wykonywane, i tak na przykład dla terenów płaskich i równinnych stosowane są na ogół opracowania fotometryczne, natomiast dla terenów pagórkowatych i górzystych — opracowania stereometryczne. Jeżeli weźmiemy zatem pod uwagę rzeźbę terenu typową dla naszego kraju, to zasadniczo należałoby założyć nie jedno a dwa pola doświadczalne: jedno w terenie płaskim, drugie w terenie górzystym. Biorąc pod uwagę

przewagę powierzchniową terenów płaskich nad górzystymi w naszym kraju, a tym samym przewagę ilościową opracowań płaskich nad stereometrycznymi, postanowiono jako pierwsze założyć pole doświadczalne w terenie płaskim.

Przy wybieraniu obszaru, w którym miało być założone pole doświadczalne zwrócono uwagę: a) aby powierzchnia terenu mogła być traktowana praktycznie



Rys. 7 Szkic lokalizacji pola doświadczalnego

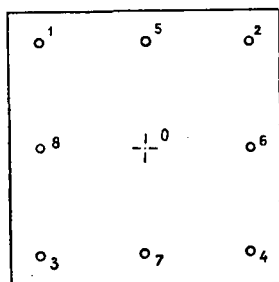
jako płaska, b) aby na obszarze tym nie było terenów specjalnie trudnych dla opracowań fotogrametrycznych, jak np. rozległe mokrzary, lasy itp., c) aby istniały dobre warunki komunikacyjne, dla potanienia kosztów prac polowych związanych z założeniem pola i z wykonywaniem prac badawczych (rys. 7).

Ustalenie kształtu i wymiarów pola

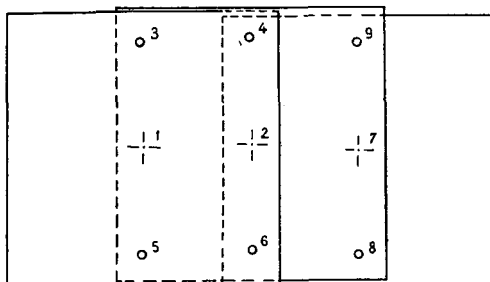
Polową podstawę fotogrametryczną pola doświadczalnego powinna stanowić gęsta sieć punktów geodezyjnych, które tworzyłyby równe i regularne figury geometryczne. Ilość punktów polowej podstawy fotogrametrycznej, w które powinno być zaopatrzone jedno zdjęcie lotnicze, zależy od rodzaju opracowania fotogrametrycznego, do którego będzie ono użyte. Jak wiemy, dużo jest różnego rodzaju metod opracowań fotogrametrycznych i na ogół każda z nich wymaga innego rodzaju podstawy. Jedne będą wymagały pewnej określonej ilości punktów odpowiednio rozmieszczonych na każdym stereogramie, inne — na każdym zdjęciu lotniczym, jeszcze inne — tylko na szeregu bądź zespole zdjęć. W zależności od tematów rozpracowywanych w Zakładzie Fototopo-

grafii stosowane są różnego rodzaju metody opracowań fotogrametrycznych oraz różne metody badawcze, które posiadają swoje wymagania co do ilości punktów osnowy. Dla ustalenia najodpowiedniejszej ilości punktów osnowy należałoby rozpatrzyć te metody, które wymagają w porównaniu z innymi metodami największej ich ilości. Gdybyśmy rozpatrywali to zagadnienie nie ze względu na maksymalną, ale ze względu na minimalną ilość punktów osnowy, to stworzylibyśmy od razu trudne warunki dla opracowań wymagających większej ilości punktów osnowy od ustalonego minimum. Mogą tu być brane pod uwagę tylko znane metody opracowań fotogrametrycznych. Naturalnie nie uwzględnimy tu wszystkich metod opracowań, ale tylko te typowe, najczęściej spotykane przy sporządzaniu map metodami fotogrametrycznymi czy w pracach badawczych. Ponieważ mamy do czynienia z polem płaskim, więc przede wszystkim należałoby uwzględnić metody opracowań płaskich. Oprócz tego należałoby wziąć pod uwagę również te opracowania dla celów badawczych, które będą wymagały użycia autografów, a które mogą nie mieć nic wspólnego z typowymi opracowaniami autogrametrycznymi, stosowanymi w produkcji. Do opracowań takich mogą być użyte nie tylko zdjęcia lotnicze terenów górzystych, ale także zdjęcia lotnicze terenów płaskich.

Typowym fotogrametrycznym opracowaniem płaskim jest fotomapa. Zdjęcia lotnicze służące do jej wykonania, o ile nie są zdjęciami ściśle pionowymi, muszą być przetworzone. Aby zdjęcie lotnicze mogło być przetworzone, musi posiadać cztery punkty o znanych współrzędnych płaskich x i y . Ta czwórka punktów wystarcza w zupełności do tego, aby zdjęcie dobrze przetworzyć, czyli wykonać całkowicie jedną z czynności zawartych w procesie produkcyjnym fotomapy. Dla przeprowadzenia badań ta ilość punktów jest nie wystarczająca; należałoby zwiększyć ją o ilość zależną od tematu pracy badawczej. Już dla przeprowadzenia badania dokładności przetworzenia wystarczyłoby oprócz tej czwórki punktów wyposażyć zdjęcie w dodatkowe punkty, tak jak to przedstawiono na rys. 8 (1, 2, 3, 4 — czwórka punktów i 5, 6, 7, 8 — punkty dodatkowe). W ten sposób uzyska się niezbędne i wystarczające minimum dla prac badawczych, bowiem możliwość zastosowania różnych wariantów badania jak i ilość danych nadliczbowych są ograniczone. Im więcej byłoby tych punktów, tym ciekawsze i bogatsze byłyby wyniki badań. Trudno jest ustalić jaka największa ilość punktów



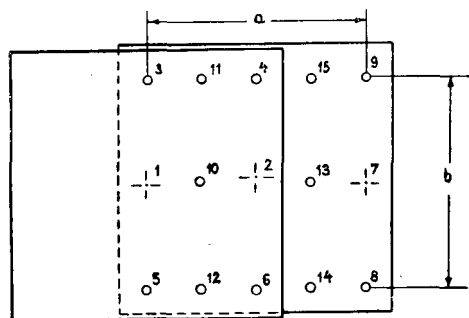
Rys. 8



Rys. 9

byłaby w tym przypadku najodpowiedniejsza. Z powyższego wiemy jednak, że jako niezbędne minimum do ustalenia dokładności przetworzenia można przyjąć osiem punktów osnowy na jedno zdjęcie lotnicze.

Biorąc pod uwagę opracowania autogrametryczne typową pracą badawczą, do której mogą być użyte zdjęcia lotnicze pola płaskiego, jest zagadnienie wyznaczenia elementów orientacji względnej i bezwzględnej stereogramu. Zagadnienie to wymaga wyposażenia jednego stereogramu w szóstkę punktów polowej osnowy fotogrametrycznej, z których trzy służyłyby do spoziomowania modelu, a pozostałe do kontroli. Jeżeli uwzględnimy stosowane powszechnie 60% pokrycia podłużnego zdjęć, to jedno zdjęcie lotnicze—w tym przypadku—będzie musiało być wyposażone w 9 punktów osnowy (rys. 9). Uwzględniając tu, tak jak i w poprzednim przykładzie, możliwość zastosowania różnych wariantów badania, wystarczyłoby uzupełnić stereogram jeszcze jedną trójką punktów, tak na nim rozmieszczoną jak pokazuje rys. 10. Po tym uzupełnieniu w szeregu stereogramów jedno zdjęcie lotnicze wyposażone będzie zatem w 15 punktów osnowy. Można by przytoczyć jeszcze kilka przykładów z których każdy zmieniłby tę ilość punktów zwiększając ją względnie zmniejszając. Te dwa przykłady podane wyżej są najbardziej typowe dla prac naszego Zakładu. Dlatego też, przy



Rys. 10

projektowaniu osnowy pola doświadczalnego, wydaje się celowe oparcie się na danych liczbowych uzyskanych z tych dwu przykładów. Mając do wyboru jedną z tych danych, należałoby zastanowić się teraz nad tym, która z nich byłaby najodpowiedniejsza. Gdybyśmy przyjęli, że jedno zdjęcie lotnicze powinno zawierać 9 punktów osnowy, to tym samym wykluczylibyśmy możliwość rozwiązywania tych zagadnień typowych dla naszego Zakładu, które wymagają około 15 punktów osnowy na jednym zdjęciu. Stąd wniosek, że wskazane byłoby, aby jedno zdjęcie lotnicze pola doświadczalnego zawierało około 15 punktów polowej osnowy fotogrametrycznej.

Z kolei nasuwa się pytanie: czy każde zdjęcie lotnicze pola doświadczalnego powinno zawierać tę ilość punktów osnowy. Każde zdjęcie lotnicze pola doświadczalnego będzie fotografią odrębnego wycinka terenu, a tym samym będzie się różnić swą treścią jedno od drugiego. Będą to różnice w bogactwie szczegółów sytuacyjnych, ich rodzaju, rozmieszczeniu i wielkości, jak i różnice w rzeźbie terenu, który nie jest nigdy idealną płaszczyzną poziomą, ale z reguły będzie posiadał większe lub mniejsze deniwelacje. Dojdą do tego również i pewne cechy fotograficzne zdjęcia, wpływające z tychże właśnie różnic. To wszystko stwarza różne warunki dla opracowania fotogrametrycznego każdego z tych zdjęć, co stanowi bardzo ważny czynnik w pracach badawczych. Wyposażając każde zdjęcie lotnicze w 15 punktów osnowy, możemy na każdym z nich wykonywać prace badawcze wymagające tej lub mniejszej ilości punktów osnowy, możemy

stosować wiele wariantów metod badania, możemy przeprowadzić bardziej szczegółową i wnikliwą analizę opracowywanego zagadnienia. Z punktu widzenia „warsztatu” pracy badawczej byłoby to w pewnym sensie idealne rozwiązanie dla pewnej stosunkowo dużej grupy zagadnień.

Dla powzięcia ostatecznej decyzji co do wyboru rodzaju osnowy, należy jeszcze przeanalizować to zagadnienie od strony realizacji projektu osnowy w terenie. Na zdjęciach lotniczych odległości punktów osnowy będą stałe dla danego formatu zdjęcia, natomiast odpowiadające im odległości terenowe będą zmieniać się w zależności od skali zdjęć. Im skala będzie mniejsza, tym osnowa rzadsza, im większa — tym gęstsza. Jeżeli przyjmiemy określoną ilość zdjęć, którymi powinno być pokryte pole doświadczalne, to i wielkość tego pola będzie również zależna przede wszystkim od skali największej i najmniejszej. Dlatego też w dalszych rozważaniach należałoby wziąć pod uwagę tylko te dwie skale zdjęć. Tymi granicznymi skalami, stosowanymi bądź w produkcji, bądź w pracach badawczych dla terenu odpowiadającego terenowi pola doświadczalnego płaskiego, są skale 1:6000 i 1:20000.

Z ustalonego powyżej rozmieszczenia 15 punktów na jednym zdjęciu lotniczym (rys. 10) wynika, że odległość a punktów krańcowych jest równa w przybliżeniu długości dwu baz. Na odcinku a umieszczonych jest pięć punktów, których odległości wzajemne są równe $x = a/4$, a na odcinku b znajdują się trzy punkty o odległościach wzajemnych równych $y = b/2 = a/2$. Tak w produkcji jak i u nas w Zakładzie stosowane są dwa formaty zdjęć lotniczych, a mianowicie 18×18 cm i 14×14 cm. Uwzględniając 60% pokrycia podłużnego zdjęć, dla formatu 18×18 będziemy mieli $x_1 = 3,6$ cm i $y_1 = 7,2$ cm a dla formatu 14×14 $x_2 = 2,8$ cm i $y_2 = 5,6$ cm. Dla skali zdjęcia 1:6000 odpowiadające powyższym odległości terenowe wyniosą: $X_1 = 216$ m, $Y_1 = 432$ m i $X_2 = 168$ m i $Y_2 = 336$ m, a dla skali 1:20000 $X_1 = 720$ m, $Y_1 = 1440$ m, $X_2 = 560$ m i $Y_2 = 1120$ m.

Jak w powyższych skalach przedstawiać się będzie powierzchnia pola doświadczalnego? Aby ustalić wielkość obszaru pola doświadczalnego, należy zastanowić się nad tym jakie powinno być pokrycie tego pola zdjęciami lotniczymi. Pokrycie to zależne jest od ilości szeregów i od ilości zdjęć w szeregach.

Jako minimum dla prac badawczych należałoby przyjąć trzy szeregi zdjęć, bowiem nie jeden ani dwa, ale trzy szeregi zdjęć tworzą już zespół, na którym można przeprowadzać pewne związane z nim badania. Większa ilość szeregów zwiększy tylko ilościowo materiał zdjęciowy, można więc bez uszczerbku dla przyszłych badań ograniczyć się do trzech szeregów zdjęć. Ilość zdjęć w szeregu zależna jest od rodzaju opracowań fotogrametrycznych, spośród których — w tym przypadku — decydujące znaczenie mają metody kameralnego zagęszczenia polowej osnowy fotogrametrycznej. Typową dla terenów płaskich metodą zagęszczenia jest u nas radialna triangulacja instrumentalna. W metodzie tej każdy szereg zdjęć opracowuje się odcinkami zawartymi pomiędzy punktami dowiązania. Długość tych odcinków określa się ilością baz. W praktyce naszej przyjmuje się, że odcinki te powinny zawierać 8 baz, a w przypadkach szczególnych najwyżej 10 baz. Chcąc uwzględnić w badaniach zagadnienie wzajemnego powiązania tych odcinków,

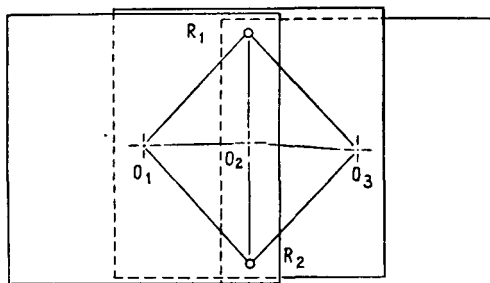
należałoby przyjąć, że szereg zdjęć pola doświadczalnego powinien zawierać minimum takie dwa odcinki. Zatem długość szeregów pola doświadczalnego określona będzie 20 bazami, co będzie jednoznaczne z długością tegoż pola. Uwzględniając przy tym 60% pokrycia podłużnego zdjęć, stosowanego w tej metodzie, otrzymamy, że dla formatu 18×18 cm długość ta wyniesie $c_1 = 18 \cdot 40/100 \cdot 20$ czyli $c_1 = 144$ cm, a dla formatu 14×14 cm $c_2 = 14 \cdot 40/100 \cdot 20$ czyli $c_2 = 112$ cm. Szerokość pola doświadczalnego przy uwzględnieniu 30% pokrycia poprzecznego zdjęć wyniesie dla formatu 18×18 cm $d_1 = 18 \cdot 70/100 \cdot 3$ czyli $d_1 = 37,8$ cm, a dla formatu 14×14 cm $d_2 = 14 \cdot 70/100 \cdot 3$ czyli $d_2 = 29,4$ cm. Odpowiednio dla skali 1:6000 będziemy mieli: $C_1 = 8,6$ km, $C_2 = 6,7$ km, $D_1 = 2,3$ km i $D_2 = 1,8$ km, a dla skali 1:20000 : $C_1 = 28,8$ km, $C_2 = 22,4$ km, $D_1 = 7,6$ km i $D_2 = 5,9$ km. Biorąc powyższe dane pod uwagę można wyznaczyć różne wielkości obszaru pola doświadczalnego. Największą powierzchnię będzie miało pole przystosowane do zdjęć o formacie 18×18 cm i skali 1:20000, wynoszącą 219 km^2 , a najmniejszą dla formatu 14×14 cm i skali 1:6000, bo wynoszącą 12 km^2 . Jeżeli weźmie się pod uwagę, że stosowane będą obydwa formaty zdjęć i obydwie skale, to należałoby przyjąć obszar o powierzchni równej 219 km^2 , czyli pole w kształcie prostokąta o wymiarach $28,8 \times 7,6$ km, dla skali 1:20000. Uwzględniając powyższe rozważania należałoby obszar ten wyposażać w osnowę połową utworzoną z prostokątów o wymiarach 168×336 m, odpowiadających zagęszczeniu dla skali 1:6000. Stworzyłyby one siatkę zawierającą $171 \cdot 23$ czyli 3933 punkty. Przyjęcie takiego rozwiązania nie byłoby jednak ekonomicznie uzasadnione, nie mówiąc już o tym, że bardzo trudne jest zrealizowanie go, tj. wniesienie na grunt ściśle według teoretycznego projektu tak gęstej osnowy na dużym obszarze rolniczo zagospodarowanym. Postanowiono zatem zaprojektować rzadszą osnowę i na mniejszym obszarze, dopasowaną do jednej z metod opracowań fotogrametrycznych, a tym samym prace nad założeniem pola doświadczalnego podzielić na pewne etapy. Etapy te zależne będą od planu prac Instytutu w ten sposób, że w miarę potrzeby będą wykonywane zdjęcia lotnicze w pożądanej skali, w oparciu o istniejącą połową osnowę fotogrametryczną, uzupełnianą w razie konieczności dodatkowymi punktami geodezyjnymi w granicach niezbędnego minimum.

Jak wyżej wspomniano, spośród różnych metod opracowań fotogrametrycznych główną rolę w tym przypadku odgrywać będą metody kameralnego zagęszczenia. One bowiem decydować będą o długości szeregów zdjęć pola doświadczalnego, o wielkości jego obszaru, jak również o rodzaju połowej osnowy fotogrametrycznej tegoż pola. Biorąc pod uwagę metody stosowane u nas w praktyce postanowiono, że założenia do projektu połowej osnowy fotogrametrycznej pola doświadczalnego będą oparte na metodzie radialnej triangulacji instrumentalnej.

Zdjęcia lotnicze, na których ma być przeprowadzona triangulacja radialna, powinny zasadniczo posiadać pokrycie podłużne równe 60%, a pokrycie poprzeczne równe 30%.

Podstawowym elementem siatki triangulacji radialnej jest rozeta. Powstaje ona przez odpowiednie połączenie punktów środkowych trzech kolejnych zdjęć lotni-

czych danego szeregu z tak zwanymi punktami rozetowymi (rys. 11). Punkty rozetowe obierane są na zdjęciu środkowym, w pasie potrójnego pokrycia w szeregu trzech kolejnych zdjęć. Dla danego szeregu skonstruowane w ten sposób rozety utworzą łańcuch, którego długość, według danych z praktyki, wynosi około 10 baz. Dla określenia współrzędnych geodezyjnych punktów rozetowych dowiązuje się łańcuchy rozet do punktów geodezyjnych, umieszczonych na początku i końcu każdego łańcucha. Zwykle punktów tych jest cztery, po dwa na każdym końcu łańcucha. Punkty te są tak dobierane, żeby były jednocześnie punktami



Rys. 11

końcowymi łańcucha danego i początkowymi łańcucha następnego w danym szeregu zdjęć określonego obszaru. Poza tym, punkty dowiązania jak i punkty rozetowe są tak obierane, aby były punktami wspólnymi dla dwu sąsiednich szeregów danego zespołu zdjęć opracowywanego obszaru.

Polową osnowę fotogrametryczną dla triangulacji radialnej stanowić będą zatem ciągi punktów geodezyjnych — przebiegające prawie prostopadle do osi szeregów danego zespołu zdjęć — odległość między którymi jest równa około 10 baz. Dla danego obszaru ilość punktów tej osnowy zależna będzie od ilości ciągów i ilości szeregów. Ilość ta będzie wystarczająca dla przeprowadzenia triangulacji radialnej, ale nie będzie wystarczająca dla przeprowadzenia badań nad tą triangulacją. Jeślibyśmy chcieli na przykład zbadać dokładność triangulacji radialnej, to moglibyśmy przeprowadzić ją na punktach o znanych współrzędnych geodezyjnych. W tym przypadku punktami tymi musiałyby być punkty rozetowe, których współrzędne, uzyskane z triangulacji radialnej można byłoby porównać z ich współrzędnymi geodezyjnymi. Stąd wniosek, że osnowę polową fotogrametryczną pola doświadczalnego powinny stanowić nie tylko punkty dowiązania, ale i punkty rozetowe, przy czym ilość tych pierwszych powinna być zwiększona celem zabezpieczenia różnorodności badań związanych z dowiązywaniem.

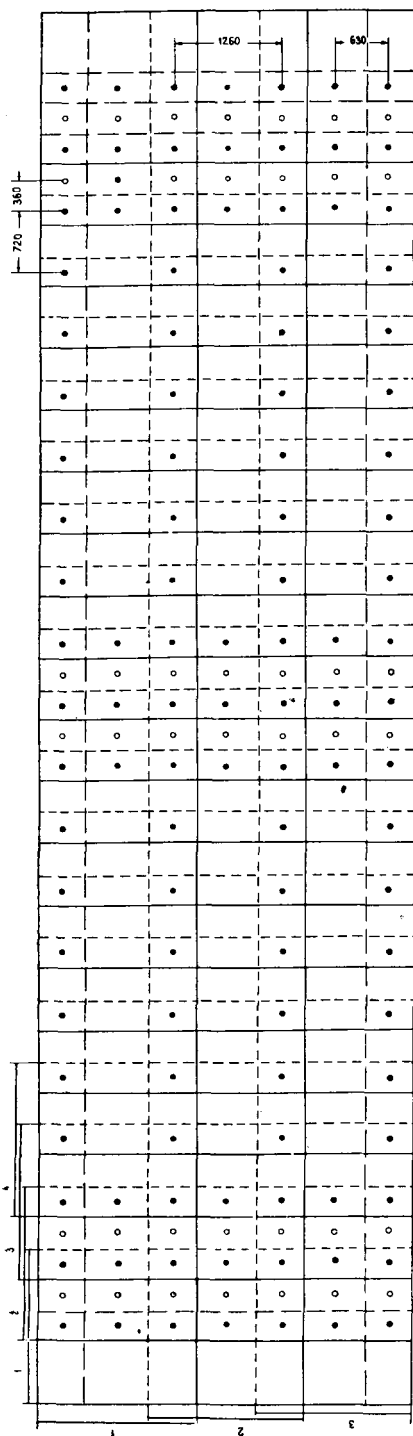
Z poprzednich rozważań wynika, że obszar pola dostosowanego do tej metody fotogrametrycznego zagęszczenia powinien zawierać trzy szeregi zdjęć, o długościach równych 20 bazom. Ponieważ w czasie zakładania pola była w produkcji stosowana skala zdjęć 1 : 10 000, więc postanowiono, że pierwsze zdjęcia pola płaskiego będą wykonane również w tej samej skali, przy użyciu materiału fotograficznego i kamery używanych w produkcji.

Biorąc powyższe rozważania pod uwagę, postawiono następujące założenia do projektu polowej osnowy fotogrametrycznej pola doświadczalnego: 1) obszar pola doświadczalnego pokryty będzie trzema szeregami zdjęć lotniczych, które powinny być wykonane kamerą Wilda RC5-21 w skali przybliżonej 1:10 000, o pokryciu podłużnym równym 60 % i poprzecznym 30 %, przy formacie

18 cm $\times$ 18 cm, 2) każde zdjęcie lotnicze powinno zawierać co najmniej cztery punkty polowej osnowy fotogrametrycznej, 3) sąsiednie szeregi zdjęć lotniczych powinny mieć wspólne punkty osnowy, 4) każdy szereg zdjęć powinien zawierać po trzy grupy punktów osnowy, umieszczone na początku, w środku i na końcu każdego szeregu, w odległości wzajemnej równej 10 baz.

Projekt

W oparciu o powyższe założenia, projekt osnowy pola doświadczalnego wykonano następująco. Przyjmując długość każdego szeregu odpowiadającą 20 bazom ustalono, że każdy z nich będzie zawierał 21 zdjęć lotniczych wykonanych według założonych warunków. Dla tych samych warunków ustalono, że pole doświadczalne będzie prostokątem o wymiarach 16,2 km $\times$ 4,3 km. W prostokąt ten — naturalnie w skali — wkreślono kontury zdjęć zachowując założone pokrycia podłużne i poprzeczne (rys. 12). W zespole tym otrzymano pasy potrójnego pokrycia zdjęć w szeregach oraz pasy pokrycia między szeregami. Po brzegach obszaru wkreślono pasy odpowiadające tym pasom pokrycia, które powstałyby w przypadku gdyby obszar ten był większy i posiadał z tego powodu więcej szeregów odpowiednio dłuższych. Uzupełnienie to wykonano w tym celu, aby punkty osnowy na wszystkich zdjęciach pola mogły być wybrane według tej samej zasady. W przecięciach pasów pokrycia potrójnego z pasami pokrycia poprzecznego powstały prostokąty. Jako punkty osnowy przyjęto środki geometryczne tychże prostokątów (punkty czarne na rys. 12). Odległości tych punktów, mierzone wzdłuż szeregów, są sobie równe i wynoszą 720 m, natomiast w poprzek szeregów — 1260 m. Grupę punktów, położoną na początku obszaru i zawierającą 12 punktów osnowy, zagęszczono punktami dodatkowymi w ten sposób, że powstała grupa złożona z 35 punktów, tworzących sieć prostokątów o wymiarach 360 m $\times$ 630 m każdy. W tym przypadku również za punkty osnowy przyjęto środki geometryczne prostokątów utworzonych przez przecięcia się odpowiednich pasów. Analogiczne grupy punktów utworzono w środku i na końcu danego obszaru. Jak widać z rys. 12, otrzymano w rezultacie jako minimum sześć, a jako maksimum — piętnaście punktów osnowy na jednym zdjęciu lotniczym. Trzeba jednak pamiętać o tym, że jest to sieć ściśle teoretyczna. W związku z tym zachodzi teraz pytanie czy na każdym zdjęciu lotniczym rzeczywiście odfotografuje się ta szóstka punktów osnowy. Bez przeprowadzania szczegółowej analizy można na to pytanie odpowiedzieć negatywnie. Aby warunek ten był spełniony, musiałyby być spełnione ściśle założenia postawione w projekcie osnowy, co praktycznie jest nieosiągalne, bo 1° — punkty osnowy przy wnoszeniu projektu na grunt ulegną pewnym przesunięciom, narzuconym przez sytuację znajdującą się w danym terenie, ponieważ z reguły umieszczane będą na miedzach lub drogach, 2° — nie można wykonać zdjęć lotniczych z taką dokładnością, ażeby każde z nich pokrywało ściśle obszar obejmujący pożądaną ilość punktów osnowy i aby punkty te odfotografowały się na zdjęciu ściśle w tych samych miejscach, które określa projekt osnowy. Praktycznie będą zawsze istniały pewne



Rys. 12 Projekt rozmieszczenia punktów polowej osnowy fotogrametrycznej

odchylenia od założeń projektowych, przy czym wielkość tych odchyżeń zależna będzie od tego nad jaką częścią obszaru zostanie rozpoczęte wykonywanie zdjęć lotniczych lub — inaczej mówiąc — na którym z kolei zdjęciu lotniczym danego szeregu zdjęć odfotografuje się projektowaną granicę obszaru i jak będzie na nim zlokalizowana, jak również — od zachowania dokładności założonego pokrycia podłużnego i poprzecznego. Poza tym pewien wpływ będzie miało także zachowanie prostoliniowości osi nalołów. Uwzględniając te odchylenia od projektu, otrzymamy jednak na każdym zdjęciu lotniczym, jako minimum, cztery punkty polowej osnowy fotogrametrycznej.

Z powodu braku odpowiednich zdjęć lotniczych danego obszaru, projekt osnowy pola doświadczalnego wniesiono na mapę w skali 1:10 000. Ujemną stroną tego podkładu geodezyjnego był brak, koniecznych do tego rodzaju prac, pewnych szczegółów sytuacyjnych, jak na przykład granic własności. Przyczyniło się to do zwiększenia nakładu pracy, bowiem na podstawie mapy, z naniesionym na niej projektem, trzeba było sporządzić swego rodzaju opisy topograficzne punktów osnowy, sprawdzać w terenie możliwości realizacji projektu i w większości przypadków korygować go. Przy użyciu nawet starych zdjęć lotniczych odpadłyby te dodatkowe czynności. Bogactwo szczegółów zdjęcia lotniczego pozwoliłoby na wykonanie wielu prac kameralnie, samo zaś wniesienie projektu na grunt ograniczyłoby się jedynie do identyfikacji punktów osnowy i ich stabilizacji.

Stabilizacja i sygnalizacja

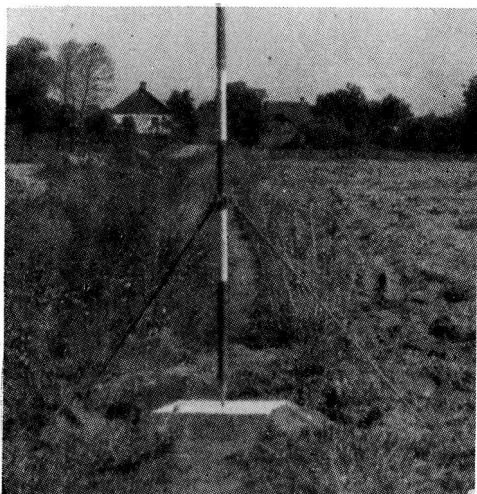
Każdy punkt osnowy zastabilizowano znakiem pomiarowym, stosowanym w poligonizacji precyzyjnej. Przy lokalizacji punktów osnowy, według opisów topograficznych, zwracano uwagę na to, aby punkty te umieszczone zostały w miejscach odkrytych, takich na które nie padałby żaden cień z przedmiotów obok stojących. Starano się żeby odchylenia od położenia zaprojektowanych były możliwie jak najmniejsze i ograniczały się do pola koła o promieniu równym 180 m. Nie zawsze jednak było to możliwe, bowiem dużą trudność sprawiała w tym przypadku sytuacja jaką spotykano w terenie. I tak na przykład jeden z punktów osnowy, gdyby był zlokalizowany ściśle według projektu, znalazłby się pośrodku dużego stawu, inny znów pośrodku pola ornego o dużej powierzchni. Tak w jednym jak i w drugim przypadku zmieniono w terenie położenie tych punktów, przesuując je z konieczności w miejsca bardziej odpowiednie, na łąkach czy drogi polne. W tych przypadkach przesunięcia były stosunkowo duże w porównaniu z przesunięciami innych punktów osnowy, wprowadzonymi w terenie.

Ponieważ u nas w kraju, w okresie powojennym, nie wykonywano żadnych prób z sygnalizacją punktów osnowy polowej, postanowiono więc wykonać ją na płaskim polu doświadczalnym.

W zależności od celu opracowania fotogrametrycznego sygnalizuje się różne punkty, wchodzące w skład tego opracowania, i tak sygnalizacji podlegają: punkty osnowy geodezyjnej, punkty polowej osnowy fotogrametrycznej, punkty graniczne, a w niektórych przypadkach nawet szczegóły sytuacyjne, jak to ma na przykład miejsce przy sporządzaniu map katastralnych czy w innych opracowaniach wielkoskalowych dla celów inżynierskich. Sygnalizację wykonuje się w różny sposób, albo przez ułożenie na punktach tarcz sygnalizacyjnych, albo przez malowanie białą farbą obiektów podlegających sygnalizacji. Wielkość, kształt i barwa znaków sygnalizacyjnych zależne są od wielu czynników. Badania tego zagadnienia w różnych krajach nie zostały jeszcze całkowicie zakończone. Na podstawie dotychczasowych badań ustalono już pewne warunki, którym powinny odpowiadać znaki sygnalizacyjne. Są one jednak różne w różnych krajach. I tak na przykład wielkość minimalna średnicy znaku sygnalizacyjnego określana jest w Szwajcarii według wzoru $r = M/40\,000$ m, w Szwecji $r = M/30\,000$ m, a w Austrii $r = M/50\,000$ m i $r = M/80\,000$ m. We wzorach tych M odpowiada mianownikowi skali zdjęcia lotniczego. Wymienione wyżej warunki sygnalizacji wiążą się ściśle ze środowiskiem, w którym ona ma być przeprowadzona. Dlatego też nie mogą one stanowić reguły przy stosowaniu sygnalizacji w każdym kraju, a raczej należałoby je zbadać i ustalić dla każdego kraju z osobna. Zagadnienie stosowania sygnalizacji u nas w kraju jest zatem sprawą otwartą. Decydując się na rozpoczęcie badań musieliśmy ustalić pewne założenia dla sygnalizacji w naszych warunkach, czyli odpowiedzieć na pytanie w jaki sposób, czym i co będziemy sygnalizować. Ponieważ jednym z najważniejszych elementów pola doświadczalnego jest jego osnowa, postanowiono obrać ją jako obiekt sygnalizacyjny. Chcąc

uzyskać jak najwięcej danych z sygnalizacji ustalono, że wszystkie punkty osnowy będą sygnalizowane, przy użyciu jednego rodzaju znaków sygnalizacyjnych. Ponieważ należało liczyć się z możliwością opadów atmosferycznych, ze względu na jesienną porę, postanowiono użyć do sygnalizacji tarcz drewnianych, malowanych jednostronnie lakierem, jako trwalszych od tarcz kartonowych czy samej farby, którą zamiast tarcz, możnaby było oznaczyć znaki pomiarowe. Jako pierwszą w tego rodzaju badaniach postanowiono zastosować farbę białą. Przyjęto, że tarcze będą miały kształt kwadratu o boku 40 cm. Wymiary te, wyrażone w formie wyżej przytoczonych wzorów, będą miały postać następującą $r = M/20\ 000$ m. W porównaniu z przytoczonymi przykładami, wymiary naszych tarcz są znacznie większe. Usprawiedliwione jest to tym, że sygnalizację tą wykonywaliśmy po raz pierwszy i w odmiennych warunkach. Dopiero z wyników kilkakrotnych prób sygnalizacji można będzie ustalić najwłaściwsze wymiary tarcz sygnalizacyjnych. Chcąc mieć zapewnione, ze względu na wielkość tarczy, od-fotografowanie się możliwie wszystkich punktów osnowy na zdjęciach lotniczych, postanowiono próby z sygnalizacją zacząć od zastosowania tarcz stosunkowo dużych.

Każda tarcza sygnalizacyjna posiadała w środku swego pola otwór o średnicy 3 cm umożliwiający ułożenie jej centrycznie na znaku pomiarowym, co uzyskiwano wówczas gdy środek głowicy znaku pomiarowego pokrywał się ze środkiem



Rys. 13 Punkt osnowy z tarczą sygnalizacyjną

otworu tarczy. Celem zabezpieczenia przed przesunięciem oraz dla zachowania położenia poziomego przymocowywano tarczę do dwu palików wbitych uprzednio obok znaku pomiarowego, po czym oczyszczano teren obok tarczy tak, aby była dobrze widoczna z góry (rys. 13).

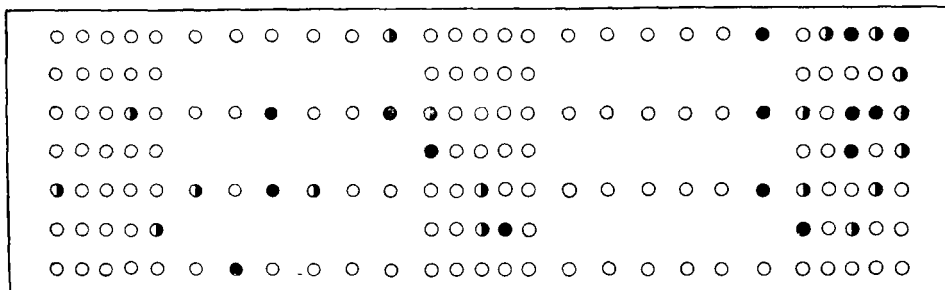
Bardzo ważnym czynnikiem, decydującym o wynikach sygnalizacji w naszych warunkach, jest szybkość jej założenia i szybka kontrola po wykonaniu zdjęć lotniczych, szczególnie przy zastosowaniu tarcz sygnalizacyjnych. Zakładanie sygnalizacji na polu doświadczalnym rozpoczęto tydzień przed wykonaniem zdjęć lotniczych, a to ze względu na szczupłą ilość wy-

konawców jak i na niepewną pogodę jesienną, co nie pozwoliło na ograniczenie czasu wykonania sygnalizacji do niezbędnego minimum. Ciągłe deszcze utrudniały w znacznym stopniu szybkie wykonanie sygnalizacji, dlatego też — z braku czasu — tuż przed nalotem sprawdzono ułożenie tylko kilkudziesięciu tarcz sygnalizacyjnych. Przy naszej sygnalizacji kontrola taka była konieczna i powinna

być wykonana na wszystkich punktach osnowy ze względu na to, że sygnalizację taką zastosowano po raz pierwszy.

Tuż po nalocie, w tym samym składzie osobowym i przy podobnych warunkach atmosferycznych, jakie istniały przy zakładaniu sygnalizacji, likwidowano ją. Podczas tej pracy odnotowywano położenie tarczy, jakie zajmowała ona tuż przed jej usunięciem, względnie numery punktów z których zostały one usunięte wcześniej, przez osoby do tego nieuprawnione. Stwierdzono wówczas, że część tarcz została usunięta z punktów albo przesunięta tak, że wyeliminowana została centryczność ich ułożenia na punktach, bądź były tak zanieczyszczone ziemią, że stały się słabo widoczne. W dużej mierze uszkodzenie sygnalizacji spowodowane było zbyt długim okresem czasu zawartym pomiędzy założeniem i usunięciem każdej tarczy ze znaku pomiarowego. Tarcze sygnalizacyjne zawsze utrudniają gospodarowanie terenem, na którym są ułożone, dlatego też nie powinny leżeć zbyt długo na punktach. Zasadniczo sygnalizację powinna wykonać duża grupa pracowników w dniu poprzedzającym wykonanie zdjęć lotniczych. Każdy z wykonawców powinien obsługiwać tylko kilka punktów. Po ułożeniu na nich tarcz, kontrolować ich położenie tuż przed nalotem, a po wykonaniu zdjęć lotniczych — usunąć tarcze z punktów.

Na podstawie danych z kontroli ułożenia tarcz, przeprowadzonej po wykonaniu zdjęć lotniczych, sporządzono zestawienie wyników sygnalizacji, które przedstawia rys. 14. Na rysunku tym oznaczono kółkami zaczernionymi punkty,

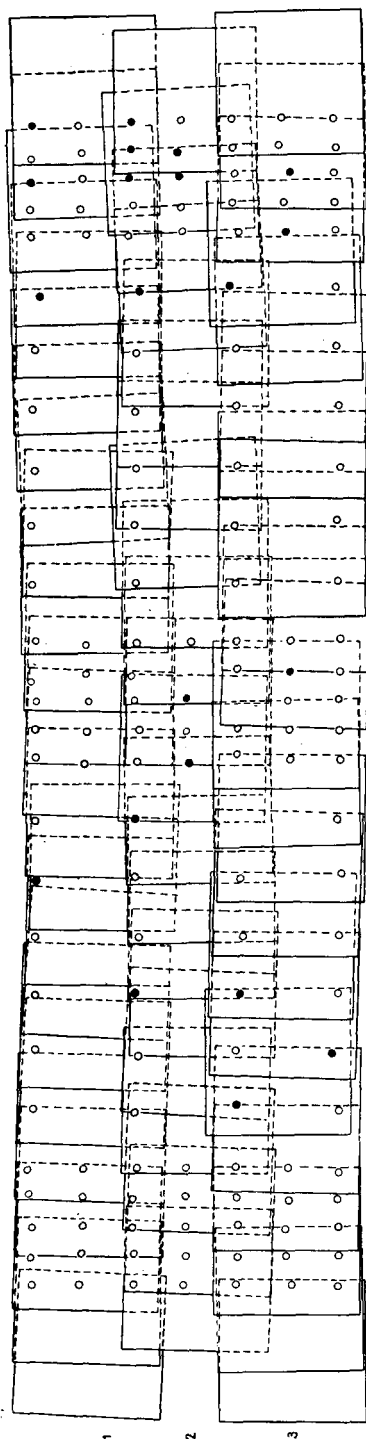


Rys. 14 Wyniki sygnalizacji

na których tarcze zostały przesunięte względnie usunięte w czasie od początku do końca sygnalizacji, kółkami częściowo zaczernionymi — punkty na których tarcze były zasypane ziemią i z tego powodu mogły nie odfotografować się na zdjęciach, wreszcie kółkami nie zaczernionymi — punkty na których tarcze nie uległy żadnemu uszkodzeniu, usunięciu czy przesunięciu i jako takie nadają się w pełni do dalszego opracowania.

Wykonanie zdjęć

Zdjęcia lotnicze zostały wykonane na filmie, w skali przybliżonej 1:10000, kamerą Wilda RC5 o ogniskowej 212 mm i formacie zdjęcia 18 × 18 cm, wraz z rejestracją wskazań statoskopu. Dla łatwiejszego zachowania prostoliniowości



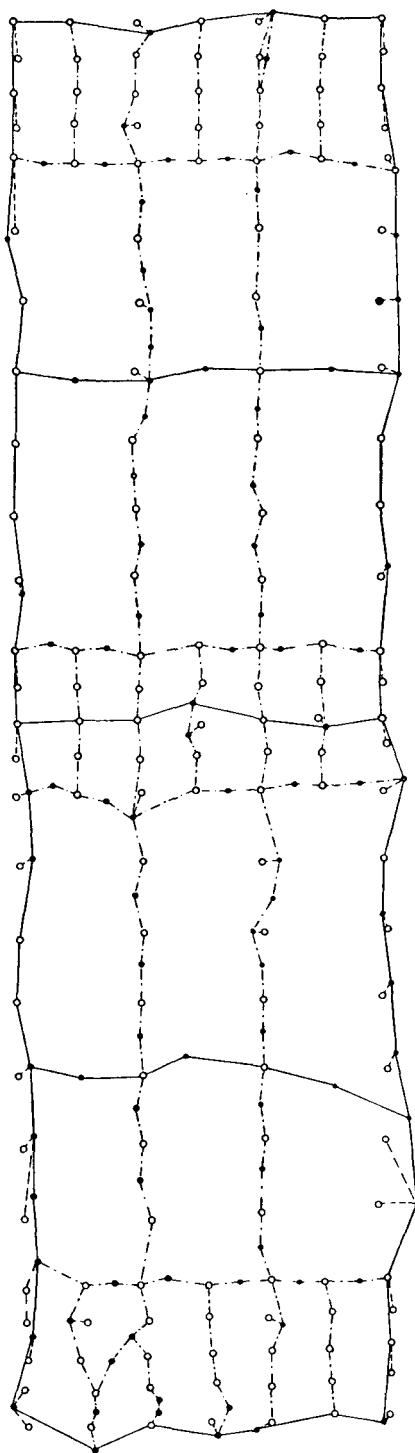
Rys. 15 Rozmieszczenie punktów osnowy na wykonanych zdjęciach

osi szeregów, jak również zachowania pożądanego pokrycia podłużnego i poprzecznego zdjęcia, nad obszar pola naltywano zawsze z tego samego kierunku. Na rys. 15 przedstawiono pokrycie pola doświadczalnego zdjęciami lotniczymi. Jak widać z rysunku, założenie projektowe, dotyczące posiadania na każdym zdjęciu lotniczym minimum czterech punktów osnowy, zostało całkowicie spełnione. Na rysunku tym oznaczono kółkami zaczerntonymi punkty osnowy nie nadające się do wykorzystania przy pracach kameralnych w tej postaci, w jakiej odfotografowały się na zdjęciach, a można je wykorzystać dopiero wówczas gdy zostaną zidentyfikowane w terenie. Kółkami nie zaczerntonymi oznaczono punkty nadające się do opracowań kameralnych; są to punkty, które w czasie likwidacji sygnalizacji, jak i w czasie wyszukiwania ich na zdjęciach lotniczych, nie budziły żadnych zastrzeżeń co do swego położenia. Porównując rys. 14 z rys. 15 łatwo można zauważyć pewne różnice co do podanych ilości punktów nadających się do opracowania kameralnego, wykazanych na poszczególnych rysunkach. Tak na jednym jak i na drugim rysunku punkty, na których tarcze sygnalizacyjne zostały przesunięte względnie ich nie było, przyjęto jako nie nadające się do dalszego wykorzystania. Część punktów, których tarcze sygnalizacyjne były zanieczyszczone ziemią w takim stopniu, że nie przeszkodziło to w ich odfotografowaniu się na zdjęciach (co stwierdzono przy przeglądzie zdjęć), przyjęto jako nadające się do opracowań kameralnych. Część punktów, które zakwalifikowano przy likwidacji sygnalizacji jako nadające się do dalszego opracowania, nie odfotografowała się na zdjęciach lotniczych. Powodem

tego była barwa podłoża zbliżona do barwy tarczy sygnalizacyjnej — jasna tarcza i jasne tło uniemożliwiły znalezienie punktu na zdjęciu. Ostatecznie, na 153 punkty polowej osnowy fotogrametrycznej otrzymano 132 punkty tak odfotografowane, że znalezienie ich na zdjęciach nie przedstawia specjalnych trudności. Odpowiednie wnioski co do sygnalizacji osnowy fotogrametrycznej polowej w naszych warunkach można będzie wyciągnąć dopiero po kilku różnego rodzaju próbach, w których będą uwzględnione przede wszystkim wymiar, kształt i barwa znaków sygnalizacyjnych jak również materiał, z którego mają być wykonywane, oraz skale zdjęć.

Pomiar osnowy

Ażeby pole doświadczalne stanowiło dobry komparator dla opracowań fotogrametrycznych, współrzędne punktów jego osnowy powinny być wyznaczone z dokładnością przewyższającą dokładność opracowań fotogrametrycznych. Celem wyznaczenia współrzędnych płaskich (x, y) punktów polowej osnowy fotogrametrycznej pola doświadczalnego założono na terenie tegoż pola niezależną sieć poligonizacji precyzyjnej (rys. 16). Sieć ta dzieli się na: a) sieć ciągów poligonowych I klasy, której ciągi przebiegają między punktami węzłowymi, b) sieć ciągów poligonowych II klasy, której ciągi przebiegają między punktami sieci I klasy. W myśl założenia, włączono do sieci poligonizacyjnej maksymalną ilość punktów polowej osnowy fotogrametrycznej zachowując przy tym warunek prostoliniowości i równoboczności ciągów poligonowych. Punkty polowej osnowy



Rys. 16 Szkic osnowy geodezyjnej pola

fotogrametrycznej nie wchodzące bezpośrednio do sieci poligonizacyjnej zamierzono przy użyciu takich metod geodezyjnych, które zapewniły dokładność ± 5 cm w stosunku do najbliższego ciągu, do którego punkt osnowy fotogrametrycznej był domierzany.

Średnia długość boku w ciągach I klasy nie przekraczała 800 m, a długość ciągów tejże klasy 15 km. Średnia długość boku w ciągach II klasy nie przekroczyła 400 m, a długość ciągu 10 km.

Średnie błędy wyznaczenia położenia punktów w sieci poligonizacji precyzyjnej nie przekraczają dla I klasy $\pm 0,10$ m, a dla klasy II $\pm 0,15$ m.

Dla wyznaczenia wysokości punktów polowej osnowy fotogrametrycznej, założono na polu doświadczalnym niezależną sieć niwelacji technicznej II klasy, dzielącą się na dwa rzędy. Ciągi poligonizacji I klasy i wszystkie punkty polowej osnowy fotogrametrycznej położone przy nich włączono do I rzędu, a pozostałe punkty włączono do niwelacji II rzędu (rys. 16).

Wysokości punktów węzłowych I rzędu wyrównano metodą ścisłą uzyskując błąd średni niwelacji $m_0 = \pm 12,2$ mm/km. Wysokości pozostałych punktów I rzędu wyrównano między punktami węzłowymi rozrzucając odchyłki proporcjonalnie do długości boków. Wysokości punktów węzłowych niwelacji II rzędu obliczono w oparciu o niwelację rzędu I, a wysokości punktów pozostałych — w oparciu o punkty węzłowe II rzędu i punkty niwelacji I rzędu, rozrzucając odchyłki proporcjonalnie do długości boków. Błąd określenia wysokości poszczególnych punktów polowej osnowy fotogrametrycznej nie przekracza ± 5 cm.

* * *

W wyniku dotychczas przeprowadzonych prac nad płaskim polem doświadczalnym uzyskano: a) obszar o powierzchni 70 km² uzbrojony w 252 punkty osnowy (posiadające współrzędne x, y, z) oraz b) zdjęcia lotnicze tego obszaru z odfotografowanymi na nich punktami polowej osnowy fotogrametrycznej. Materiały te wykorzystywano już w pracach badawczych Instytutu, z których — jako najważniejszą — należy wymienić pracę, dotyczącą nowej metody wykonywania radialnej triangulacji instrumentalnej.*) Poza Instytutem, z materiałów tych korzysta Zakład Fotogrametrii Politechniki Warszawskiej w swojej pracy dydaktycznej i naukowo-badawczej. Oprócz wymienionych, z materiałów pola korzystają także inne geodezyjne placówki naukowe, dla których pełna osnowa polowa pola doświadczalnego stanowi również pewien komparator dla prac badawczych z zakresu geodezji.

Przed Zakładem Fototopografii Instytutu Geodezji i Kartografii stoi wiele tematów do rozpracowania. Rozwiązania ich będą z reguły opierane na materiałach pól doświadczalnych. Dlatego też materiały pola płaskiego będą musiały być stale uzupełniane coraz to nowymi zdjęciami lotniczymi, dostosowywanymi do postawionych tematów. Z prac dotychczas wykonanych wyciągnięto następujące wnioski, które należałoby uwzględnić w przyszłych pracach nad polem

*) Stanisław Dmochowski „Nowa metoda wyrównania radialnej triangulacji instrumentalnej” — Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, tom VI, zeszyt 2.

doświadczalnym, a mianowicie: a) wszelkie prace projektowe należy z reguły wykonywać na podkładach fotolotniczych, b) przy wykonywaniu nowych zdjęć lotniczych pola badać każdorazowo zgodność faktycznej lokalizacji pierwszego zdjęcia w stosunku do projektowanej biorąc pod uwagę rodzaj sygnalizacji początku obszaru fotografowanego oraz c) kontynuować badanie zastosowania sygnalizacji punktów osnowy przez stosowanie różnych wariantów sygnalizacji przy wykonywaniu nowych zdjęć lotniczych pola i nie tylko w Instytucie, ale przede wszystkim w Przedsiębiorstwie Fotogrametrycznym, które częściej, w większej ilości i w różnych warunkach wykonuje zdjęcia lotnicze.

ПЛОСКОЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЕ ОПЫТНОЕ ПОЛЕ

Р е з ю м е

Институт Геодезии и Картографии основал для научно-исследовательских целей опытное фотограмметрическое поле на ровной местности. Аэросъемка опытного поля была исполнена на пленке при помощи камеры Вильда RC5-21 в приближенном масштабе 1 : 10 000 с перекрытием продольным на 60 % и поперечным на 30 % при размере снимков равным 18×18 см. На опытном поле была заложена полевая фотограмметрическая основа, соответственно приспособленная к аэроснимкам исполненным согласно вышеуказанным условиям и камеральному сгущению фотограмметрической полевой основы по методу радиальной триангуляции. Перед исполнением аэросъемок все точки основы были опознаны при помощи белых щитов.

Плоские координаты (x , y) пунктов основы опытного поля были определены на основании измерений по методу точной полигонометрии I и II класса, а высоты этих пунктов — при помощи технической нивелировки II класса.

Средняя ошибка определения пунктов не превышает при полигонометрии I класса ± 10 см, II класса ± 15 см.

Ошибка определения высоты отдельных пунктов основы не превышает ± 5 см.

JÓZEF CHWAŁEK

A PLANE PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH FIELD

S u m m a r y

A photogrammetric experimental field for scientific research has been established in a flat country by the Institut of Geodesy and Cartography. Aerial photographs covering the experimental field were made by means of Wild's film camera RC5-21, in a approximate scale 1:10 000 longitudinal overlap 60 %, the side overlap 30 %, and the size of pictures 18×18 cm. The field was provided with a photogrammetric ground control suitably chosen for aerial contact photographs, in accordance with the assumption given above, and with office work of farther densyfyng the framework by the method of radial triangulation. Before aerophotographs were made the framework points had been marked by white targets of wood.

Plane coordinates (x, y) of framework points of the research field have been obtained by means of precise traversing of Ist and IInd class, and their elevation by means of a technical IInd class levelling. Mean position errors of the points do not exceed ± 10 cm. for the Ist class traversing, and ± 15 cm. for the IInd class traversing. Mean hight errors determinations of individual points do not surpass ± 5 cm.

JÓZEF CHWALEK

DAS EBENE PHOTOGRAMMETRISCHE TESTFELD

Z u s a m m e n f a s s u n g

Zum Zweck wissenschaftlicher Forschungsarbeiten hat das Institut für Geodäsie und Kartographie ein photogrammetrisches Testfeld im ebenen Gelände angelegt. Von dem Testfeld wurden mittels einer Aufnahmekammer Wild RC5-21 Luftaufnahmen gemacht, mit einer Längsüberdeckung von 60% und einer seitlichen Überdeckung von 30%. Das Bildformat hatte die Ausmasse 18 cm $\times$ 18 cm, der angenäherte Masstab war 1:10 000. Das Testfeld wurde im Gelände mit einem photogrammetrischen Netz versehen, welches entsprechend den erwähnten Luftaufnahmen angelegt worden war. Es trägt auch der Bedingung Rechnung, dass es später auf photogrammetrischen Wege, nach dem Radialtriangulierungsverfahren verdichtet werden kann. Vor Ausführung der Luftaufnahmen wurden die Netzpunkte durch weisse Holztafeln signalisiert.

Die ebenen Koordinaten (x , y) der Netzpunkte wurden nach dem Feinpolygonierungsverfahren (I. und II. Klasse) ermittelt, die Höhenwerte dagegen — mittels geometrischen Nivellements II. Klasse. Die mittleren Lagefehler überschreiten nicht die Werte von ± 10 cm bzw. ± 15 cm (Feinpolygonierung I. Klasse bzw. II. Klasse), sowie ± 5 cm (geometrisches Nivellement).

SPIS TREŚCI

JULIAN RADECKI	
Kilka uwag o redukcji ad locum apparentem	3
JULIAN RADECKI	
Metoda bezpośredniego wyznaczenia różnicy długości geograficznych i jej zastosowanie przy nawiązaniu Borowa Góra—Potsdam	22
ZBIGNIEW ZĄBEK, WENEDA DOBACZEWSKA	
Pomiary aparatem czterowahadłowym na punktach wschodniej części sieci wahadłowej w Polsce	63
JÓZEF CHWAŁEK	
Płaskie fotogrametryczne pole doświadczalne	104

СОДЕРЖАНИЕ

ЮЛИАН РАДЭЦКИ	
Несколько замечаний относительно редукции ad locum apparentem	3
ЮЛИАН РАДЭЦКИ	
Метод непосредственного определения разности географической долготы и его применение при связи Борова Гура — Потсдам	22
ЗБИГНЕВ ЗОМБЭК, ВЭНЭДА ДОБАЧЭВСКА	
Измерения четырехмаятниковым прибором на пунктах восточной части маятниковой сети Польши	63
ЮЗЭФ ХВАЛЭК	
Плоское фотограмметрическое опытное поле	104

CONTENTS

JULIAN RADECKI	
Some remarks on reduction ad locum apparentem	3
JULIAN RADECKI	
Direct method of determination of geographical longitude and its application to the connection Borowa Góra—Potsdam	22
ZBIGNIEW ZĄBEK, WENEDA DOBACZEWSKA	
Measurements by means of four-pendulum apparatus on stations of the eastern part of pendulum gravity net in Poland	63
JÓZEF CHWAŁEK	
A plane photogrammetric research field	104

SACHREGISTER

JULIAN RADECKI	
Einige Bemerkungen über die Reduktion auf den scheinbaren Ort (ad locum apparentem)	3
JULIAN RADECKI	
Die Methode der directen Bestimmung geographischer Längendifferenz und ihre Anwendung bei der Anschlussmessung Borowa Góra—Potsdam	22
ZBIGNIEW ZĄBEK, WENEDA DOBACZEWSKA	
Schwerkraftmessungen mit einem Vierpendelapparat im östlichen Teil des polnischen Schwerenetzes	63
JÓZEF CHWAŁEK	
Das ebene photogrammetrische Testfeld	104