

GRAŻYNA SKALSKA
JAN ZIOBRO

528.74:528.931(282.2) (084.3M2)

Technologia fotogrametrycznego sporządzania map, tras, rzek w skali 1 : 2000

1. Wstęp

Technologia fotogrametrycznego sporządzania mapy trasy rzeki w skali 1 : 2000 została opracowana w latach 1972—74 w Zakładzie Fotogrametrii Instytutu Geodezji i Kartografii przy współpracy Okręgowego Przedsiębiorstwa Geodezyjno-Kartograficznego we Wrocławiu, Państwowego Przedsiębiorstwa Fotogrametrii oraz Zarządu Administracji Rzeki Odry jako użytkownika mapy.

Mapa trasy rzeki w skali 1 : 2000 ma służyć przede wszystkim jako materiał kartometryczny dla celów projektowania przedsięwzięć inżynierjno-wodnych na rzece, takich jak regulacja rzeki, budowa urządzeń hydrotechnicznych oraz dla celów rejestracji zalewów, wypłuczysk itd. Mapa ta ma być ponadto aktualnym podkładem mapowym dla całej rzeki. Użytkownik mapy rzeki, czyli Zarząd Administracji Rzeki Odry, wymaga założenia wzdłuż rzeki, po obu jej brzegach, w miejscach każdorazowo określonych przez użytkownika, punktów poligonowych z dokładnością:

$$m_{xy} = \pm 0,2 \div 0,3 \text{ m}; \quad m_z = \pm 0,1 \div 0,2 \text{ m}.$$

Punkty te mają służyć jako oparcie do wykonywania profili poprzecznych dna rzeki oraz przekrojów poprzecznych terenu zalewowego dla zabezpieczenia przeciwpowodziowego.

Wymagane przez użytkowników zasadnicze cięcie warstwiczne wynosi 1 m, a pomocnicze 0,5 m. Dokładność określenia wysokości punktu interpolowanego powinna wynosić średnio $\pm 20 \div 25$ cm. Wymagane jest możliwie wierne przedstawienie mikroform terenu.

Odnośnie podziału mapy na arkusze użytkownik nie stawia rygorystycznych wymagań.

2. Prace doświadczalne

Do opracowania technologii sporządzenia mapy obiektu, o tak specyficznym kształcie, spełniającej życzenia użytkowników, niezbędne było wykonanie następujących prac:

- ustalenie odpowiednich parametrów dla wykonania zdjęć lotniczych,
- ustalenie najkorzystniejszych metod opracowania rzeźby i sytuacji,
- opracowanie metody aerotriangulacji analitycznej szeregowej stosowanej specjalnie do opracowań obszarów wydłużonych,
- ustalenie sposobu podziału mapy na arkusze, łącznie z opracowaniem odpowiednich programów na EMC.

„Instrukcja opracowania mapy zasadniczej w skali 1 : 1000 i 1 : 2000” zaleca dla wykonania mapy 1 : 2000 skalę dla zdjęć lotniczych 1 : 8000. Ze względu na to, że przeciętnie opracowywany teren dla mapy rzeki wymaga, aby szerokość pasa nalotu wynosiła około 2,5 km, przyjęcie skali zdjęć 1 : 8000 (pas nalotu 1,8 km) w wielu przypadkach będzie wymagało wykonania dwóch równoległych szeregów, przy czym jeden z nich będzie wykorzystywany do opracowania tylko w małym procencie powierzchni zdjęcia. Bardzo korzystnym w tej sytuacji byłoby zmniejszenie skali zdjęć i objęcie jednym szeregiem większości opracowywanych fragmentów rzeki. Wiadomo bowiem, że dwukrotnie mniejsza liczba zdjęć obniża znacznie koszty opracowania. Zalecenie jednak w technologii wykonywania zdjęć w mniejszych skalach, nie przewidywanych w instrukcjach, wymagało przeprowadzenia eksperymentów.

Obiektem eksperymentalnym był typowy odcinek trasy rzeki Odry w powiecie Zielona Góra, długości około 5 km, dla którego w roku 1971 została wykonana metodą tachimetryczną mapa w skali 1 : 2000. W roku 1972 wykonane zostały dla tego obiektu zdjęcia lotnicze w skali 1 : 10 000 i $f = 152$ mm.

Mapę trasy rzeki powinna charakteryzować możliwie, jak dla tej skali mapy, duża dokładność opracowania wysokościowego. Jest to niezbędne dla prawidłowej rejestracji zalewów i wypłuczysk oraz dla projektowania urządzeń wodnych. Dlatego w pracach eksperymentalnych zwrócono szczególną uwagę na ocenę opracowania wysokościowego.

Ocenie tej podlegały wykonane przez przedsiębiorstwa na obiekcie doświadczalnym następujące opracowania wysokościowe metodami:

- tachimetryczną,
- kombinowaną,

- analityczną (pikiety ze stekometru),
- autogrametryczną.

Metodę analityczną wzięto tu pod uwagę z tego względu, żeby rozpa-
trzyć pod kątem dokładności możliwość dostarczenia topografowi, w trak-
cie wykonywania aerotriangulacji, w miejscach trudno dostępnych (na
przykład za wałem), pomocniczych pikiet określonych kameralnie ze ste-
kometru. Pikiety te wniesione na fotomapę mogłyby zaoszczędzić topogra-
fowi uciążliwej pracy polowej.

Ocenę techniczną wyżej wymienionych opracowań wysokościowych
przeprowadzono na podstawie specjalnie założonych w terenie 14 profili
kontrolnych o łącznej długości 5,3 km.

W wyniku tej oceny ustalono, że metodą, która zapewnia najwyższe
dokładności dla określenia wysokości punktu interpolowanego (± 18 cm)
oraz wizualnie najwierniej odtwarza mikroformy terenu, jest metoda sto-
likowa. Ponadto dostarcza ona projektantowi cały szereg dodatkowych in-
formacji, jakie zawarte są na obrazie fotograficznym fotomapy. Stosując
metodę tachimetryczną oraz autogrametryczną uzyskuje się dokładność
punktu interpolowanego ± 25 cm, to jest wymaganą graniczną wartość.
Natomiast ze względu na systematyczne błędy wyrównania aerotriangu-
lacji, jakimi obarczone są pikiety zaobserwowane na stekometrze, nie po-
leca się metody analitycznej do określania wysokości pikiet z tej skali
zdjęć. Wyżej podaną dokładność dla metody autogrametrycznej uzyskać
można pod warunkiem poziomowania modelu na podstawie wysokości
punktów określonych z pomiaru terenowego (a nie z aerotriangulacji) oraz
przez pomiar dodatkowych pikiet, które należy, tak jak warstwicę opisać
w tuszu.

Ustalono, że również przy opracowywaniu metodą stolikową należy
rysunek warstwic uzupełnić przez opisanie tuszem pomierzonych pikiet
z wyjątkiem tych, które mogą zmniejszyć czytelność mapy. Pikiety takie
są bardzo pomocne projektantowi w jego pracy i podnoszą dokładność da-
nych wziętych z mapy. Ze względu na dużą przydatność obrazu fotogra-
ficznego do celów projektowych, zaleca się stosowanie fotomapy jako pod-
kładu do opracowania autogrametrycznego.

Ocenę dokładności fotogrametrycznych opracowań sytuacyjnych spo-
rządzonych ze zdjęć w skali 1 : 10 000, uzyskano na podstawie badań do-
kładności fotomapy oraz na podstawie dokładności określenia współrzęd-
nych x , y punktów sygnalizowanych drogą aerotriangulacji analitycznej.
Wyniki badań są następujące:

- średni błąd określenia odległości na podstawie fotomapy (1 : 2000)
pomiędzy zidentyfikowanymi szczegółami sytuacyjnymi wynosi $\pm 0,27$ m

(maksymalny 0,48 m), co stanowi w skali opracowania odpowiednio $\pm 0,13$ mm (0,24 mm),

— średni błąd określony na podstawie różnic pomiędzy współrzędnymi uzyskanymi z aerotriangulacji i współrzędnymi z pomiaru terenowego (poligonizacja techniczna III klasy) wynosi $m_x = \pm 0,20$ cm; $m_y = \pm 0,18$ cm.

Przedstawiony powyżej wynik odnośnie dokładności opracowań sytuacyjnych i wysokościowych pozwala na zalecenie stosowania w technologii fotogrametrycznej skali zdjęć 1 : 10 000. ($f = 152$ mm). Możliwe jest również wyznaczanie ze zdjęć w tej skali, metodą aerotriangulacji analitycznej, wymaganych przez użytkownika współrzędnych x , y punktów poligonowych usytuowanych wzdłuż brzegów rzeki.

Zastosowanie do opracowań mapy zdjęć w skali 1 : 10 000 zamiast 1 : 8000 pozwala poszerzyć pas opracowania o 500 m, a tym samym w wielu przypadkach uniknąć wykonywania dwu szeregów zdjęć.

Specyficzny charakter przyrzecznych terenów zalewowych powoduje duże trudności w identyfikowaniu punktów, nadających się jako stanowiska stolikowe do pomiaru rzeźby.

Z tego względu, jak również dla dostarczenia stosunkowo małym kosztem osnowy szczegółowej do pomiarów uzupełniających, zalecono w technologii zasygnalizowanie odpowiednio rozmieszczonych w terenie punktów i wyznaczenie ich współrzędnych x , y z aerotriangulacji oraz nanieśienie ich za pomocą koordynatografu na fotomapy.

W ramach prac nad technologią opracowana została w Zakładzie Fotogrametrii IGiK metoda aerotriangulacji TRASA, przystosowana specjalnie dla rozwinięcia pojedynczego szeregu zdjęć wykonanych dla obiektów wydłużonych. Dzięki uproszczonej organizacji programów, obliczenia wykonywane tą metodą wymagają krótszego okresu czasu o 1/3, w stosunku do metody aerotriangulacji blokowej. Wbudowane odpowiednie podprogramy umożliwiają ponadto w szybki sposób, bez przerywania zasadniczego toku obliczeń, analizę, wykrywanie i eliminowanie punktów obarczonych grubymi błędami. Wykonane obliczenia metodą TRASA i AEROBLOK dla tych samych obserwacji szeregu zdjęć eksperymentalnego odcinka rzeki, wykazały znikome różnice między wartościami błędów wyznaczonych z różnic pomiędzy współrzędnymi uzyskanymi z pomiarów geodezyjnych i z poszczególnych wariantów aerotriangulacji. Błędy uzyskane z obliczeń metodą TRASA wynoszą: $m_x = \pm 20$ cm; $m_y = \pm 18$ cm; $m_z = \pm 26$ cm i metodą AEROBLOK $m_x = \pm 22$ cm; $m_y = \pm 14$ cm; $m_z = \pm 23$ cm.

Specjalnie do celów opracowania map tras rzek rozważono również sposób podziału mapy na arkusze. Opracowywany obszar charakteryzuje

się wydłużonym nieregularnym kształtem i zmieniającym się ciągle kierunkiem zależnym od biegu rzeki.

Rozważono 3 wersje układu arkuszy:

— tradycyjną, w układzie arkuszy ściśle związanych z układem współrzędnych,

— arkusze poprzysuwane wzdłuż osi układu współrzędnych lewo—prawy, góra—dół w zależności od kształtu obiektu,

— arkusze poprzysuwane i poskręcane względem siebie tak, aby minimalną liczbą arkuszy objąć opracowywany obszar.

Na 25 km odcinku rzeki Odry, na podstawie mapy w skali 1 : 25 000 ustalono dla każdej z 3 wersji liczbę potrzebnych arkuszy. I tak, dla poszczególnych wersji, np. o formacie 1/2 A₁, liczba arkuszy wynosi odpowiednio 59, 47, 40.

Ustalono, że trzecia wersja, choć wymaga użycia najmniejszej liczby arkuszy, mogłaby spowodować trudności przy wykorzystywaniu tej mapy, jako części mapy zasadniczej, przez innych użytkowników. Pozostałoby więc do zalecenia dwie pierwsze wersje, przy czym druga wersja wymagała opracowania sposobu uzyskania danych do programu liczącego współrzędne narożników arkuszy oraz opracowania samego programu. Niezbędne te prace zostały wykonane w ramach omawianego zadania.

Dla uzyskania pełniejszego rozeznania odnośnie celowości stosowania określonych metod opracowania mapy, poza oceną techniczną, wykonano ocenę ekonomiczną. Podstawą tej oceny były opracowane dla wspomnianego eksperymentalnego odcinka rzeki trzy kosztorysy sporządzenia mapy, każdy dla innej metody. Ocenianymi metodami były tachimetryczna, kombinowana i autogrametryczna. Przy opracowaniu kosztorysów pominięto takie czynności, jak wstępne prace przygotowawcze i końcowe prace produkcyjne. Błąd z tego tytułu szacuje się na około 1% całości kosztów opracowania. Ogólny błąd wykonania każdego kosztorysu szacuje się na około 10%. Równoległe z kosztami obliczano pracochłonność. Kontrolę sporządzonych kosztorysów wykonała kompetentna komórka w PPF.

Wynikowe zestawienie kosztów i pracochłonności dla poszczególnych metod wykonano w tablicach: 1, 2 i 3.

Analiza kosztów poszczególnych etapów opracowania wykazała, że w przypadku metody autogrametrycznej, ekonomicznym jest wykonywanie aerotriangulacji wtedy, gdy do opracowania stosuje się jako podkład fotomapę.

Aerotriangulacja dostarcza w tym wypadku poza współrzędnymi punktów do skalowania modelu, współrzędnych punktów niezbędnych do spo-

rzędzenia fotomap oraz punktów poligonizacji zakładanej wzdłuż brzegów rzeki na życzenie użytkownika. Gdy jednak fotomapy nie będą sporządzane, ekonomiczniej jest ciągi poligonowe wzdłuż brzegów wyznaczyć metodą geodezyjną i wykorzystać je do skalowania modeli, a nie wykonywać specjalnie do tego celu aerotriangulacji. Wniosek ten wynika z porównania pozycji 1, 2 i 6 tablicy 2 (60 tys. zł) z pozycją 1 tablicy 3 (44,4 tys. zł).

Powyższe stwierdzenia nie będą jednak aktualne, gdy wyznaczenie współrzędnych punktów oporowych do rozwinięcia aerotriangulacji wykonane zostanie tańszymi (o około 30%) metodami pomiaru aniżeli poligonizacja techniczna.

Przeprowadzone w ramach prac eksperymentalnych badania wykazały, że obszar leżący na zewnątrz środkowej części stereogramu, w której znajdują się punkty do skalowania, opracować można z dokładnością odpowiadającą wymaganiom obowiązujących instrukcji. Należy ponadto nadmienić, że zastosowanie fotomapy jako podkładu do opracowania autogrametrycznego wpłynie na zwiększenie kosztów (w stosunku do kosztów opracowania podkładu tradycyjnego) o około 5 tysięcy złotych na 1 kilometr bieżący rzeki.

Analiza kosztów poszczególnych etapów opracowania wykazała również, że ze względu na obowiązujące obecnie ceny zdjęć lotniczych nieekonomicznie jest wykonywać je dla odcinków rzeki krótszych aniżeli 15 kilometrów.

Zbiorcze zestawienie kosztów i pracochłonności dla wszystkich metod oraz procentowe oszacowanie kosztów i pracochłonności w odniesieniu do stosowanej dotychczas metody tachimetrycznej przedstawiono w tablicy 4.

Dane zawarte w tablicach pokazują, że zastosowanie metod fotogrametrycznych zmniejsza koszty opracowania mapy średnio o około 24% dla metody kombinowanej i 41% dla autogrametrycznej, pracochłonności odpowiednio średnio o 38% i 48%.

3. Opis technologiczny

Poniżej zostaną podane niezbędne dane technologiczne do sporządzenia mapy, przy czym pominięte zostaną znane już i stosowane podstawowe elementy technologii.

3.1. Metoda kombinowana

3.1.1. Projekt lotu

Projekt lotu należy wykonać na podstawie następujących danych:

- 1) Skala zdjęć od 1 : 8000 do 1 : 10 000 w zależności od szerokości opracowywanego obszaru.
- 2) Odległość obrazu w kamerze $ck = 152$ mm.
- 3) Format zdjęć 23×23 cm.
- 4) Pokrycie podłużne 80%. W przypadku konieczności wykonania więcej niż jednego szeregu zdjęć projektowane pokrycie poprzeczne powinno wynosić od 30% do 60% w zależności od usytuowania i gęstości istniejącej osnowy oraz od szerokości obiektu,
- 5) Oś nalogu powinna przebiegać wzdłuż opracowywanego obszaru.

3.1.2. Osnowa fotogrametryczna

Zaleca się zastosowanie metody aerotriangulacji analitycznej (na stereokomparatorze precyzyjnym) do wyznaczenia współrzędnych płaskich następujących punktów:

- punktów poligonowych założonych wzdłuż rzeki po obu jej stronach,
- punktów, które stanowiąc będą podstawę dla zdjęcia szczegółów sytuacyjnych i rzeźby,
- punktów niezbędnych dla wykonania fotomap.

Usytuowanie punktów osnowy poligonowej specjalnie zakładanej po obu stronach rzeki ma być każdorazowo uzgadniane ze zleceńodawcą. Punkty te muszą być stabilizowane znakami trwałymi. Dla kontroli współrzędnych tych punktów, wyznaczanych fotogrametrycznie, należy pomierzyć w terenie co drugi bok.

Usytuowanie punktów, które stanowiąc będą podstawę do zdjęcia szczegółów i rzeźby, powinno pozwalać na założenie linii pomiarowych w pobliżu sytuacji, co do której istnieje wątpliwość jej odfotografowania. Zaleca się zakładanie takich punktów wzdłuż wałów, w odstępach około $200 \div 300$ m. Punkty te mogą mieć stabilizację nietrwałą, powinny mieć natomiast, tak jak punkty poligonowe, opisy topograficzne. Punkty te zakłada się ze względu na brak na tych terenach dobrze odfotografowanych sytuacyjnych punktów.

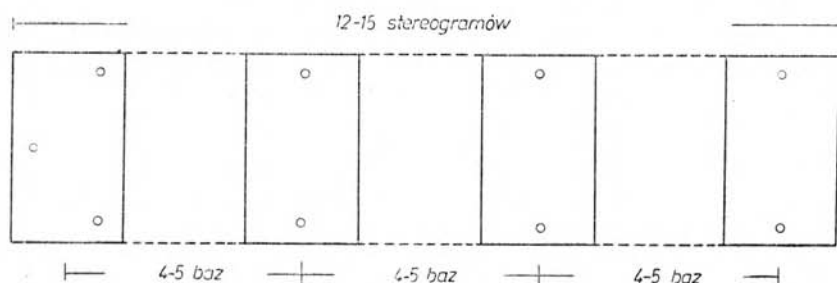
Wysokości dla punktów poligonowych i punktów mających być jednocześnie osnową szczegółową, sytuacyjną i wysokościową powinny być

wyznaczone z dokładnością V klasy niwelacji lokalnego znaczenia.

Punkty służące jako podstawa do rozwinięcia aerotriangulacji, czyli punkty oporowe, powinny być wyznaczone z dokładnością III klasy poligonizacji technicznej dla współrzędnych płaskich oraz V klasy niwelacji lokalnego znaczenia dla współrzędnej wysokościowej.

Projekt rozmieszczenia punktów do rozwinięcia aerotriangulacji należy wykonać na podstawie projektu lotu z uwzględnieniem poniższych założeń.

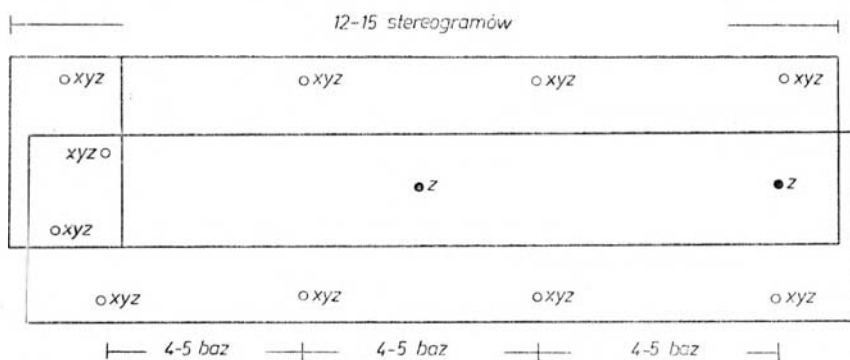
W przypadku opracowania pojedynczego szeregu zdjęć odpowiednią gęstość i rozmieszczenie punktów oporowych (x, y, z) ilustruje rysunek 1.



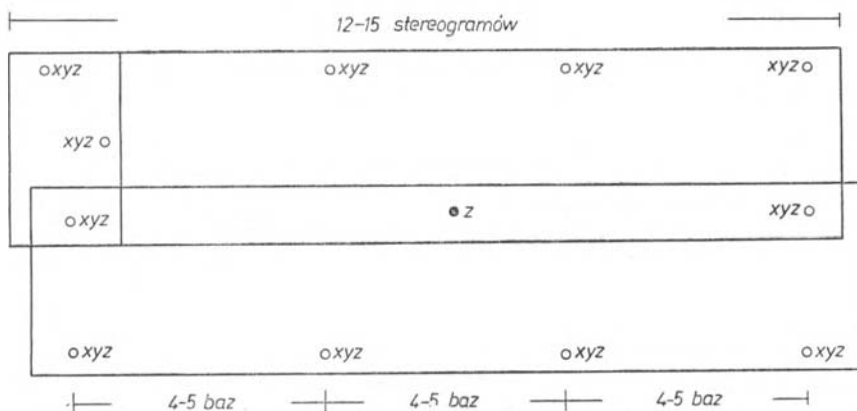
Rys. 1

To znaczy na początkowym lub końcowym stereogramie szeregu wymagane są po trzy i dwa punkty oraz w środkowym odcinku co najmniej dwa punkty co $4 \div 5$ baz.

Dopuszczalnym przypadkiem szczególnym rozmieszczenia punktów w środkowym odcinku szeregu jest usytuowanie ich wzdłuż osi szeregu, na przykład mogą to być punkty istniejącej wzdłuż rzeki poligonizacji.



Rys. 2



Rys. 3

W przypadku opracowywania obiektu o szerokości ponad 2 kilometry, gdy koniecznym będzie wykonanie 2 szeregów zdjęć, rozmieszczenie i gęstość punktów dla pokrycia poprzecznego równego 60% ilustruje rysunek 2, a dla pokrycia poprzecznego 30% rysunek 3.

Uwaga: Możliwe jest również zastosowanie metody aerotriangulacji analogowo-numerycznej stosowanej w produkcji.

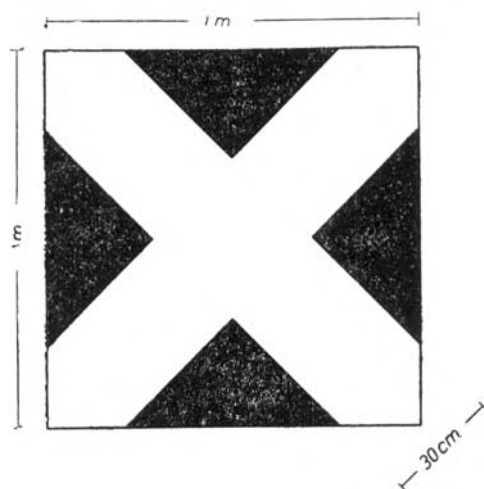
3.1.3. Sygnalizacja

Sygnalizować należy:

- a) istniejącą geodezyjną ośnowę,
- b) punkty oporowe do rozwinięcia aerotriangulacji,
- c) ośnowę, która ma być założona wzdłuż rzeki po obu jej brzegach,
- d) punkty, które mają stanowić podstawę do zdjęcia metodą stolikową sytuacji nie odfotografowanej i rzeźby,
- e) główki ostróg.

Zalecany kształt znaku dla sygnalizacji główek ostróg to kwadrat o długości boków równej 50 centymetrów, natomiast dla pozostałych punktów znak wykonany z czarnej papy, z wymalowanym białą farbą (chlorokauczukową lub olejną) krzyżem o wymiarach przedstawionych na rysunku 4.

Sposób rozmieszczenia w terenie punktów z grupy b, c, d podano w 3.1.2.



Rys. 4

3.1.4. Wykonanie zdjęć

Lot fotogrametryczny powinien być wykonany wczesną wiosną lub późną jesienią oraz przy takim stanie wody, aby główki ostróg były odsłonięte.

3.1.5. Aerotriangulacja

Projekt kameralnej osnowy fotogrametrycznej do aerotriangulacji należy wykonać według dotychczas znanych zasad z zaleceniem stosowania przedstawionego na rysunku 5 rozmieszczenia i liczby punktów projektowanych na stereogramie.

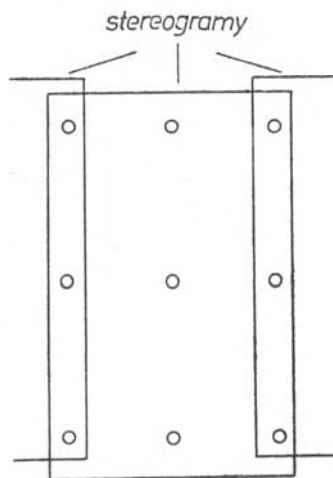
Obserwacje do aerotriangulacji należy wykonać zgodnie z opracowanym projektem, według przepisów zawartych w „Technologii wykonania obserwacji kameralnych w procesie numeryczno-analitycznego opracowania bloków zdjęć lotniczych” (IGiK 1972 r.).

Poza punktami do rozwinięcia aerotriangulacji należy zaobserwować w grupie punktów wyznaczanych:

- punkty sygnalizowane, stanowiące zakładaną wzdłuż rzeki poligonizację,
- punkty sygnalizowane, mające stanowić osnowę szczegółową,
- punkty niezbędne do wykonania fotomap.

Obliczenia należy wykonać za pomocą jednego z dwóch systemów dla EMC (ODRA 1204) mianowicie systemu TRASA lub systemu AERO-

BLOK. System TRASA jest tu polecany jako bardziej ekonomiczny ze względu na krótszy czas wykonywania obliczeń. Jest on opracowany wyłącznie pod kątem obliczeń pojedynczych szeregów.



Rys. 5

Wykonanie obliczeń w/g systemu TRASA ma następujący przebieg:

1. Taśma perforowana z wynikami obserwacji ze stekometru powinna zawierać dane dla co najwyżej 15 stereogramów obejmujących fragment osnowy fotogrametrycznej o rozmieszczeniu jak na rysunku 1. Oznacza to konieczność dzielenia szeregu na mniejsze odcinki w przypadku, gdy składa się on z więcej niż 15 stereogramów. Odcinki szeregu powinny mieć w tym przypadku nakładki w postaci wspólnych stereogramów uzbrojonych w co najmniej dwa punkty rozmieszczone na końcach szeregu.

2. Wstępne opracowanie pomierzonych na stekometrze współrzędnych łkowych wykonać należy za pomocą programu KOR-SD przy wciśniętych klawiszach 8 i 9 oraz z uwzględnieniem danych z kalibracji kamery lub nominalnych parametrów ramki łkowej i obiektywu.

3. Rozwinięcia szeregu dokonuje się za pomocą programu AERO-S5 według jego opisu z uwzględnieniem obserwacji i przyjęciem parametrów:

$$(py \text{ dop}) = 0,025 \text{ mm},$$

$$(dz \text{ dop}) = 0,06 \text{ mm}.$$

4. Transformację szeregu wykonać należy za pomocą programu AERO-T5 według jego opisu.

3.1.6. Wykonanie fotomap

Fotomapy powinny być wykonane sposobami stosowanymi w Państwowym Przedsiębiorstwie Fotogrametrii i zapewniać dokładność graniczną 0,4 milimetrów. Na fotomapę powinny być wniesione za pomocą koordynatografu, poza punktami niezbędnymi do sporządzenia fotomapy, punkty poligonów zakładanych wzdłuż rzeki oraz punkty sygnalizowane, mające stanowić ośnowę szczegółową, których współrzędne wyznaczono z aerotriangulacji.

W zależności od wymagań użytkownika, odnośnie podziału mapy na arkusze należy stosować następujące programy:

- program podziału na arkusze ściśle związane z przyjętym układem współrzędnych prostokątnych,
- program SEKTRA podziału na arkusze poprzysuwane względem siebie wzdłuż osi współrzędnych.

Projekt podziału mapy na arkusze poprzysuwane względem siebie zaleca się wykonać na mapie w skali 1 : 10 000 lub 1 : 25 000, układając przezroczyste szablony o formatach arkuszy tak, aby na opracowywany obiekt przypadła jak najmniejsza liczba arkuszy. Przesunięcia arkusza następnego w stosunku do poprzedniego mogą być wykonywane w kierunkach lewo—prawo lub góra—dół. Odstęp pomiędzy ramką arkusza a granicą obiektu nie może być mniejszy od 2 milimetrów.

Po wkreśleniu rozplanowanych arkuszy na mapę, należy potrzebne współrzędne oraz przesunięcia odczytywać bezpośrednio z mapy z graniczną dokładnością graficzną 0,5 milimetra. Szczegółowy opis przygotowania danych znajduje się w „Opisie programu SEKTRA podziału na sekcje współrzędnych punktów na obiektach wydłużonych.

W wyniku działania programu SEKTRA otrzymujemy:

- wykaz współrzędnych narożników arkuszy (sekcji),
- wykaz współrzędnych punktów w podziale sekcyjnym.

Projekt podziału mapy na arkusze należy wykonać kolejno odcinkami nie dłuższymi od 10 kilometrów. Poszczególne następne odcinki należy projektować po obliczeniu, programem SEKTRA, współrzędnych narożników ostatniego arkusza z odcinka poprzedniego.

3.1.7. Opracowanie rzeźby

Rzeźba w terenach odkrytych i zakrytych powinna być opracowana metodą stolikową. W zależności od wymagań zleceńodawcy odnośnie po-

stacji produktu finalnego, prace topograficzne wykonać należy bezpośrednio na fotomapie lub na cjanotypie.

Poza istniejącą osnową geodezyjną do opracowania stolikowego wykorzystać należy sygnalizowane punkty osnowy szczegółowej, których współrzędne płaskie wyznaczono z aerotriangulacji, a współrzędne wysokościowe z niwelacji w terenie. Oprócz warstwic na fotomapie powinny być wniesione i wykreślone w tuszu wysokości pomierzonych pikiet, z wyjątkiem pikiet, które zaciemniają rysunek mapy.

3.1.8. Opracowanie sytuacji

Szczegóły sytuacyjne odfotografowane należy uczytelnić i wykreślić na fotomapie.

Szczegóły sytuacyjne nie odfotografowane należy pomierzyć metodą domiarów prostokątnych w oparciu o punkty osnowy szczegółowej. Pomiar szczegółów sytuacyjnych powinien być wykonany z jednoczesnym ich kartowaniem.

3.2. Metoda autogrametryczna

Zdjęcia lotnicze należy wykonać zgodnie z punktami 3.1.1. i 3.1.4.

Sygnalizacji podlegać będą punkty wymienione w rozdziale 3.1.3 przy czym punkty oporowe do rozwinięcia aerotriangulacji w przypadku jej stosowania należy sygnalizować.

Wykonywanie aerotriangulacji analitycznej zaleca się wtedy, gdy wyznaczenie współrzędnych punktów oporowych wykonane zostanie tańszymi metodami o około 30% aniżeli poligonizacją techniczną. W przeciwnym przypadku opłaca się (zysk około 3 tys. zł na 1 km bieżącym rzeki) wymaganą przez użytkownika poligonizację wzdłuż rzeki wykonać metodą geodezyjną i skalowanie modelu na autografie przeprowadzić na podstawie tych punktów poligonowych, o ile liczba ich nie jest mniejsza od 4 na stereogramie.

W przypadku zastosowania aerotriangulacji obowiązywać będą wskazania podane w punktach 3.1.2., 3.1.5 i 3.1.6.

Poziomowanie modeli należy wykonać na podstawie wysokości punktów pomierzonych w terenie. Punktami tymi powinny być 4 punkty leżące w narożnikach stereogramu oraz punkty poligonowe leżące wzdłuż brzegów rzeki.

Wymagane dokładności dla pomiarów geodezyjnych podano w punkcie 3.1.2.

W trakcie opracowania wysokościowego na autografie należy zwrócić uwagę na możliwie wierne przedstawienie rzeźby terenu. W tym celu warstwy należy uzupełnić opisanymi w tuszu, dodatkowymi pikietami w miejscach niewielkich nawet dolinek i wzniesień. Nie należy jednak przedstawiać mikrorzeźby mniejszej aniżeli 30 centymetrów w wysokości i 10 metrów w rzucie poziomym.

Pomiary uzupełniające sytuacji wykonać, tak jak w punkcie 3.1.8. Pomiary uzupełniające rzeźby można wykonać tachimetrycznie lub w przypadku posiadania fotomap metodą stolikową.

3.3. Uwagi końcowe

Przyjęcie odpowiedniego układu odniesienia i podziału mapy na arkusze, jak również postać produktu finalnego, negatyw (dla miękkiej odbitki fotograficznej z fotomapy) lub matryca, zależy od aktualnych wymagań zlecniodawcy.

Ze względu na obowiązującą obecnie najniższą cenę dla zdjęć lotniczych (bez względu na wielkość obiektu) niekorzystnym jest wykonywanie ich dla odcinków rzeki krótszych aniżeli 15 kilometrów.

Granice stanu władania należy skartować na podstawie istniejących operatów dla ewidencji gruntów względnie w przypadku ich braku zaszyalizować załamania granic i opracować fotogrametrycznie zgodnie z przyjętą metodą (przez określenie współrzędnych z aerotriangulacji i skartowanie na koordynatografie przy metodzie stolikowej lub autogrametrycznie).

L I T E R A T U R A

- [1] Kusch M.: Günstigste Aufnahmemasstäbe für die grossmasstäbliche Kartenherstellung. (Najpomyślniejsza skala zdjęć dla produkcji map wielkoskalowych). Vermessungs Informationen, Heft 22 s. 33—46.
- [2] Tham P.: Aerial Map Accuracy in Photogrammetry, European Standard Error contra American c-Factor. (Dokładność map wykonanych metodą fotogrametrii lotniczej, porównanie europejskiego błędu średniego i amerykańskiego współczynnika c.). Svensk Lantmateritiskrift 2/1968, s. 161—172.
- [3] Gnosh S. K.: Photo (Model) Map Scales, (Skala zdjęć modelu i map). Photogrammetric Engineering, 10/1971, s. 1154—1158.
- [4] Bieznosikow N. G.: Opyt markirovki opoznakov pri krupnomasszabnoy aerofototopograficeskoj siomkie. (O doświadczeniu sygnalizowania fotopunktów dla wielkoskalowych pomiarów fotogrametrycznych). Geodezja i Kartografia (Moskwa), 2/1972, s. 41—44.
- [5] Antipow I. T.: Srawnienije razlicznych mietodow odnomarszrutnoj prostranstwiennoj analiticeskoj fototriangulacji. (Porównanie różnych metod jednoszeregowiej aerotriangulacji). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 10/1972, s. 37—48.
- [6] Poljakowa V. A.: Issledowanije tocznosti otdielnych procesow analiticeskoj aerofototriangulacji metodami matiematiczeskoj statistiki. (Badanie dokładności oddzielnych procesów analitycznej aerotriangulacji metodami statystyki matematycznej). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 6/1971, s. 52—56.
- [7] Mantrow A. I.: Opyt fotogrammetriczeskogo sguszczenija planowo-wysotnowo obosnowanija dla topograficeskoj siomki w massztabie 1 : 2000 s wysotaj sieczzenija 0,25 m. (O doświadczeniu fotogrametrycznego zagęszczenia osnowy sytuacyjno-wysokościowej dla topograficznego pomiaru w skali 1 : 2000 z wysokością cięcia warstwicowego 0,25 m). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 1/1973, s. 45—49.
- [8] Mantrow A. I.: Opyt stierieotopograficeskoj siomki w massztabie 1 : 2000 s wysotaj sieczzenija rieliefa 0,25 m na razriezennom obosnowanii. (O doświadczeniu stereotopograficznego pomiaru w skali 1 : 2000 z wysokością cięcia warstwicowego 0,25 m przy rozrzedzonej osnowie). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 6/1974 s. 38—44.
- [9] Kienko Ju. P.: Opyt specjalnoj stierieotopograficeskoj siomki w massztabie 1 : 2000 dla projektirowanija melioratiwnowo stroitielstwa. (O doświadczeniu specjalnego stereotopograficznego pomiaru w skali 1 : 2000 dla projektowania melioracji). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 12/1966 s. 35—41.
- [10] Bieznosikow N. G.: Opyt sozdaniija krupnomasszabnych planow stierieotopograficeskim mietodom dla izyskanija liniejnych sooruzenij. (O doświadczeniu sporządzania wielkoskalowych map metodą stereotopograficzną dla projektowania budowli liniowych). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 8/1974, s. 51—55.
- [11] Tjukina L. S.: Ocenka stierieotopograficeskoj siomki massztaba 1 : 2000 s sieczenijem rieliefa 0,5 m. (Ocena stereotopograficznego pomiaru w skali 1 : 2000 z cięciem warstwicowym 0,5 m). Zem. Plan. Selsk. Nasel. Punkt. i Geod., 1973/104 s. 141—143.
- [12] Seyfert M.: Zur Anwendung der Aerophotogrammetrie im Ingenieur-Vermessungswesen. (O zastosowaniu aerofotogrametrii w geodezji inżynierskiej). Vermessungstechnik 4/1967, s. 144—149.

- [13] *Pütz A.*: Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der grossmasstäbigen Photogrammetrie. (Dokładność i Ekonomiczność fotogrametrii wielkoskalowej). Zeitschrift für Vermessungswesen 1/1959, s. 7—20.
- [14] *Vanin A. G.*: Techniko-ekonomiczeskije pokazateli razlicznych variantow tiechnologii stierieotopograficeskoj siomki w krupnych massztabach. (Techniczno-ekonomiczne wskaźniki różnych wariantów technologii stereotopograficznego pomiaru w dużych skalach). Geodezja i Kartografia (Moskwa) 9/1972 s. 39—48.
- [15] *Bürger M.*: Zur Wirtschaftlichkeit grossmasstäbiger Kartierungen mit photogrammetrischen Verfahren. (O ekonomiczności wielkoskalowych kartowań metodą fotogrametryczną). Vermessungstechnik, 6/1967, s. 208—211.

Recenzowali: doc. Stanisław Dmochowski, doc. dr hab. inż. Jerzy Rogowski

Rękopis złożono w Redakcji w styczniu 1975 r.

Tablica 1

Metoda tachimetryczna

Lp	Etap pracy	Koszt zł	Pracochłonność godziny	
			Umysłowi	Fizyczni
1	Poligonizacja	44 406	276	454
2	Niwelacja p.p.	5 134	30	63
3	Opracowanie sytuac. wysokościowe	336 711	2895	3191
Razem		386 250	3201	3708
			6909	

Tablica 2

Metoda kombinowana

Lp.	Etap pracy	Koszt zł	Pracochłonność, godziny	
			Umysłowi	Fizyczni
1	Wywiad i stabilizacja dla poligonizacji wzdłuż rzeki	30 248	182	290
2	Pomiar fotopunktów	23 881	133	255
3	Niwelacja p.p. i foto- punktów	14 070	88	169
4	Sygnalizacja	30 106	143	390
5	Zdjęcia lotnicze i pra- ce fotograficzne	26 509	30	—
6	Aerotriangulacja	5 904	49	—
7	Fotomapy	8 280	120	—
8	Opracowanie topogra- ficzne	155 434	1690	750
Razem		294 432	2435	1854
			4289	

Tablica 3

Metoda autogrametryczna

Lp.	Etap pracy	Koszt zł	Pracochłonność, godziny	
			Umysłowi	Fizyczni
1	Poligonizacja	44 406	277	454
2	Niwelacja p.p.	5 134	30	63
3	Sygnalizacja	30 106	143	390
4	Zdjęcia lotnicze i prace fotograficzne	27 012	30	—
5	Pomiar z-pkt.	11 860	79	116
6	Opracowanie sytuacyjno-wysokościowe na stereometrografie i pomiar uzupełniający	110 860	1304	685
Razem		229 378	1863	1708
			3571	

Tablica 4

Zestawienie zbiorcze kosztów i pracochłonności

Metoda pomiaru	Koszt		Pracochłonność	
	złotych	%	godzin	%
Tachymetryczna	386 250	100	6909	100
Kombinowana	294 430	76	4289	62
Autogrametryczna	229 380	59	3571	52

ГРАЖИНА СКАЛЬСКА
ЯН ЗИОБРО

ТЕХНОЛОГИЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ТРАСС РЕК В МАСШТАБЕ 1 : 2000

Резюме

Технология была разработана в лаборатории фотограмметрии Института геодезии и картографии при сотрудничестве с геодезическими промышленными предприятиями.

Карта трассы реки в масштабе 1 : 2000 должна служить в качестве картометрического материала для проектирования водно-инженерных мероприятий на реке, таких как регулирование реки, строительство гидротехнических сооружений, а также для регистрирования разливов, промочен и т.д. Эта карта должна быть кроме того актуальной картографической основой всей реки. Кроме того потребитель карты требует расположить вдоль реки, на обеих её берегах, в местах, которые каждый раз определяет потребитель, полигонометрические пункты с точностью.

$$m_{xy} = \pm 0,2 \div 0,3 \text{ м}; \quad m_z = \pm 0,1 \div 0,2 \text{ м}.$$

Эти пункты должны базой для выполнения поперечных разрезов дна реки, а также поперечных сечений территории разливов для предохранения от наводнений.

Разработке технологии предшествовали опытные работы на примерно 5 километровой отрезке реки Одера, для которого выполнялись аэрофотоснимки в масштабе 1 : 10 000, $f = 152 \text{ мм}$. В результате проведённых технических и экономических анализов были определены технические параметры для рекомендуемых к применению технологических процессов.

В рамках работ в области технологии был также разработан метод пространственной фототриангуляции низшего класса TRASA. Благодаря упрощённой организации программа вычисления, проводимые при помощи этого метода, требуют меньшего времени по сравнению с блочной пространственной фототриангуляцией. Встроенные соответствующие подпрограммы позволяют кроме того быстро, не прерывая основного хода вычислений, провести анализ выявления и исключения точек, обременённых грубыми ошибками.

GRAŻYNA SKALSKA
JAN ZIOBRO

METHOD OF PHOTOGRAMMETRIC ELABORATION OF A RIVER-BED ROUTE MAP IN THE SCALE 1 : 2000

Abstract

The method was developed in the Department of Photogrammetry in the Institute of Geodesy and Cartography in cooperation with geodetic productive enterprises.

A map of a river-bed route on the scale 1 : 2000 should be used as cartometric material for designing of industrial structures on rivers such as the plant to regulate a river, water dams construction and in noting overflowed and washed out lands, etc. Besides, a map like this should be a current mapping display of the whole river. In spite of that the user of the map requires the location of transverse points along the river, on each bank, in places specified by the user with the following accuracy:

$$m_{xy} = \pm 0,2 \div 0,3 \text{ m}; \quad m_z = \pm 0,1 \div 0,2 \text{ m}.$$

These points should be used as bases for elaboration of transverse profiles of a river and cross sections of a flood-land for the flood protection purposes.

Experimental works on 5-kilometer river-bed route, of which some photos in the scale of 1 : 10 000, $f = 152 \text{ mm}$ were taken, preceded the development of the above mentioned method. As the result of technological and economical analyses technological parameters to be used in technological sequences were established.

In the course of works over the technology the method of strip aerotriangulation TRASA was also developed. Due to simplified programme arrangement, all calculations made with this method, require less time than block aerotriangulation. Besides, introduced proper subprogrammes allow to make analyses to detect and eliminate all points with gross errors in a very effective way and without breaking off the process of calculation.

SPIS TREŚCI

HENRYK Z. KOWALSKI	
ADAM DUBIK	
Kierunki zastosowania optyki światła spójnego i holografii w geodezji i kartografii	3
JERZY ROGOWSKI	
Badanie dokładności projektowanych sieci geodezyjnych	27
STANISŁAW JANISZEWSKI	
Analityczna aerotriangulacja szeregową dla numerycznego opracowania mapy obiektu wydłużonego z wykorzystaniem stereokomparatora Steko-meter i komputera ODRA 1204	41
WITOLD MIZERSKI	
Fotogrametryczna metoda pomiaru procesów szybkozmiennych w zastosowaniu do wyznaczania stref rozrzutu odłamków skalnych przy robo-tach strzałowych	59
JAN KONIECZNY	
Organizacja metod opracowania pierworysu mapy zasadniczej	75
GRAŻYNA SKALSKA	
JAN ZIOBRO	
Technologia fotogrametrycznego sporządzania map tras rzek w skali 1 : 2000	89

СОДЕРЖАНИЕ

ХЕНРЫК З. КОВАЛЬСКИ,	
АДАМ ДУБИК	
Направления применения оптики когерентного света и голографии в геодезии и картографии	3
ЕЖИ РОГОВСКИ	
Исследование точности проектируемых геодезических сетей	27
СТАНИСЛАВ ЯНИШЕВСКИ	
Аналитическая маршрутная пространственная фототриангуляция для нумерического изготовления карты удлинённого объекта с приме-нем стереокомпаратора Стекометр и ЕВМ ОДРА 1204	41
ВИТОЛЬД МИЗЕРСКИ	
Фотограмметрический метод измерения быстро изменяющихся про-цессов, применяемый для определения диапазона разброса осколков породы при взрывных работах	59
ЯН КОНЕЧНЫ	
Организация методов разработки оригинала основной карты	75
ГРАЖИНА СКАЛЬСКА,	
ЯН ЗИОБРО	
Технология фотограмметрического составления карты трассы реки в масштабе 1 : 2000	89

CONTENTS

HENRYK Z. KOWALSKI

ADAM DUBIK

Application of cohesive light optics and holography in geodesy and cartography 3

JERZY ROGOWSKI

Investigations concerning the accuracy of designed geodetic networks 27

STANISŁAW JANISZEWSKI

Analytic strip aerotriangulation for numerical mapping of extended object with the use of stereocomparator Stekometer and ODRA 1204 computer 41

WITOLD MIZERSKI

Photogrammetric method of measurement of high-frequency processes to determine dispersion zones of rock material during firing . . . 59

JAN KONIECZNY

Organization of methods for a basic map original sketch elaboration . . 75

GRAŻYNA SKALSKA

JAN ZIOBRO

Method of photogrammetric elaboration of a river-bed route map in the scale 1:2000 89