

**WYKORZYSTANIE ZASOBU GEOINFORMACYJNEGO DO OPRACOWANIA  
ARCHIWALNYCH FOTOGRAMETRYCZNYCH DANYCH OBRAZOWYCH**

**GEOINFORMATION RESOURCE UTILIZATION FOR ELABORATION  
OF ARCHIVAL PHOTOGRAMMETRIC IMAGE DATA**

**Ireneusz Ewiak, Paulina Brodowska**

Instytut Geodezji i Kartografii

**SŁOWA KLUCZOWE:** fotogrametria archiwum, geoinformacja, fotoplany, zdjęcia lotnicze, stereoskopia, interpretacja

**STRESZCZENIE:** W ostatnich latach w Sądach Rejonowych na terenie naszego kraju toczy się szereg spraw związanych z odtwarzaniem przebiegu granic działek ewidencyjnych, a także sposobu ich zagospodarowania w aspekcie zasiedzenia. W większości przypadków spory dotyczą gruntów przejętych przez skarb państwa w okresie powojennym. Ważną rolę w rozstrzygnięciu tych sporów odgrywa fotogrametria. Na podstawie archiwalnych danych fotogrametrycznych, a w szczególności fotoplanów i zdjęć lotniczych, prowadzone są pomiary stereoskopowe na podstawie których, odtwarzane jest położenie punktów i linii granicznych oraz prowadzona jest stereoskopowa interpretacja pokrycia i użytkowania terenu. Do orientacji archiwalnych zdjęć lotniczych oraz fotoplanów, w zależności od wymagań dokładnościowych opracowania, niezbędne są punkty osnowy fotogrametrycznej pozyskiwane z pomiaru terenowego lub kameralnego, którego źródłem mogą być mapy topograficzne bądź ortofotomapy. Jednakże, ze względu na duży upływ czasu w stosunku do daty wykonania zdjęć w wielu przypadkach odtworzenie w sposób bezpośredni punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej nie jest możliwe. W artykule zaprezentowana została metodyka przetwarzania archiwalnych zdjęć lotniczych z wykorzystaniem dostępnych krajowych zasobów geoinformacyjnych, w szczególności krajowych geoportali, zasobu Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Centralnego Archiwum Wojskowego i Archiwum Państwowego m. st. Warszawy, a także zasobu wewnętrznego Zakładu Fotogrametrii Instytutu Geodezji i Kartografii porządkowanego obecnie w ramach projektu „OGNIWO”. W niniejszym artykule przedstawiona została metoda sekwencyjnego pozyskiwania punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej dla zdjęć lotniczych opisujących zgoła odmienną od stanu rzeczywistego sytuację terenową. W ramach wspomnianej metodyki zaprezentowane zostały wyniki przetwarzania archiwalnych zdjęć lotniczych w kontekście ich wykorzystania do pomiarów ewidencyjnych oraz wyniki ich interpretacji z punktu widzenia sposobu użytkowania.

## **1. ZAPOTRZEBOWANIE NA FOTOGRAMETRIĘ ARCHIWALNĄ**

Opracowując dane fotogrametryczne w postaci zdjęć lotniczych lub zobrazowań satelitarnych rzadko kiedy zastanawiamy się nad ich przydatnością dla przyszłych pokoleń użytkowników, mając na względzie głównie ich aktualność. Jednakże okazuje się, że w wielu przypadkach wiarygodne odtwarzanie informacji ilościowej i jakościowej dotyczą-

cych danego terenu lub obiektu z przed wielu lat możliwe jest wyłącznie na podstawie archiwalnych danych obrazowych, w szczególności tam, gdzie zawodzą tradycyjne metody geodezyjne oparte na szczątkowej dokumentacji technicznej.

Wzrost zainteresowania w ostatnich latach archiwalnymi fotogrametrycznymi danymi obrazowymi dotyczy monitoringu skutków zagrożeń ze strony środowiska naturalnego i tworzenia prognoz możliwego ich występowania w przyszłości, które mają służyć ich zapobieganiu. Na podstawie archiwalnych danych obrazowych analizowane są długookresowe zmiany ukształtowania rzeźby terenu spowodowane eksploatacją złóż naturalnych lub działaniem czynników atmosferycznych, które mają zasadniczy wpływ na przemieszczenia i odkształcenia elementów jego pokrycia. Fotogrametria archiwalna, która dotyczy opracowań archiwalnych fotoplanów i zdjęć lotniczych, znajduje szerokie zastosowanie w ewidencji gruntów i budynków stanowiąc w wielu przypadkach jedyne narzędzie do jej odtworzenia.

Zakład Fotogrametrii Instytutu Geodezji i Kartografii od wielu lat prowadzi prace w zakresie fotogrametrycznego odtwarzania przebiegu granic działek ewidencyjnych, kontroli prawidłowości przebiegu tych granic, określania sposobu wykorzystania (użytkowania) działek ewidencyjnych w kontekście zasiedzenia, a także detekcji obiektów i obszarów historycznych w ramach badań zbrodni przeciwko narodowi polskiemu. Prace te w postaci opinii i ekspertyz technicznych realizowane są na zamówienie klientów indywidualnych, instytucji skarbu państwa, a w szczególności dla sądów rejonowych i okręgowych na terenie całego kraju. W ostatnich trzech latach wzrosło zainteresowanie na tego rodzaju ekspertyzy na warszawskim rynku nieruchomości, gdzie swoich praw dochodzą właściciele nieruchomości położonych na Mokotowie, głównie w obrębie ulic Bartyckiej oraz Sikorskiego. Instytut Geodezji i Kartografii realizuje obecnie szereg ekspertyz sądowych, przy czym ich głównym odbiorcą jest Sąd Rejonowy dla Warszawy-Mokotowa.

## **2. ŹRÓDŁA DANYCH ARCHIWALNYCH**

Archiwum fotogrametryczne naszego kraju dotyczy głównie zdjęć lotniczych i ich przetworzeń do postaci fotoplanów lub ortofotomap. Dane archiwalne dla Warszawy gromadzone są w postaci zasobu państwowego (centralnego), zasobu internetowego (geoportale) oraz zasobów lokalnych, w tym zasobu Instytutu Geodezji i Kartografii, który obecnie jest porządkowany w ramach tworzenia ogólnokrajowego systemu geoinformacji naukowej integrującej wiedzę geodezyjną pod nazwą „OGNIWO”.

Zasób państwowy obejmujący zdjęcia lotnicze i fotoplany, pozyskane w latach 1935–1945, znajduje się w Archiwum Państwowym Miasta Stołecznego Warszawy, zaś te pozyskane w latach 1945–1972 gromadzi Centralne Archiwum Wojskowe. W Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Warszawie znajdują się natomiast zdjęcia lotnicze pozyskiwane cyklicznie od 1972 roku, aż do chwili obecnej.

Zasób internetowy tworzą głównie serwis [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl) oraz serwis urzędu miasta stołecznego Warszawy, w ramach których dostępna jest usługa przeglądania lotniczych fotoplanów i ortofotomap, danych o charakterze katastralnym (informacje dotyczące geometrii działek ewidencyjnych), danych ewidencyjnych (granice obrębów i działek ewidencyjnych), rastrowych map topograficznych oraz odczytu współrzędnych w układach „1992” oraz „2000”. Szczególnie wartościowy z punktu widzenia ekspertyz sądowych jest serwis urzędu miasta stołecznego Warszawy udostępniający fotoplany z 1935 oraz 1939 roku, a także ortofotomapy z 1945, 2005, 2008 oraz 2010 roku.

Instytut Geodezji i Kartografii dysponując unikalnymi zasobami geoinformacyjnymi, z zakresu fotogrametrii, teledetekcji, geodezji i geodynamiki, kartografii, topografii, kształtowania środowiska oraz zasobami publikacji naukowych i wyników prac badawczych rozpoczął realizację projektu współfinansowanego ze środków strukturalnych Unii Europejskiej, który ma na celu stworzenie systemu o zaawansowanej strukturze informatycznej umożliwiającej wykorzystanie naukowych zasobów informacyjnych Instytutu do celów naukowo-badawczych, gospodarczych i edukacyjnych oraz prowadzenie badań naukowych.

Zasób fotogrametryczny Instytutu obejmuje 10 baz tematycznych, których elementy będą udostępniane sieciowo na poziomie węzłów zakładowego, centralnego oraz internetowego. Poszczególne węzły systemu będą korzystały ze swoich zasobów komunikując się przy pomocy standardowych usług, przy czym będą elementami systemu funkcjonującymi autonomicznie. Na poziomie węzła zakładowego (Zakład Fotogrametrii) nastąpi gromadzenie, zarządzanie, aktualizacja, analizowanie, wizualizacja i udostępnianie zasobów współpracujących z różnymi systemami operacyjnymi, specjalistycznymi aplikacjami, a także charakteryzującymi się zróżnicowanym typem, formatem i ilością danych. Zasoby zgromadzone na szczeblu centralnym będą zintegrowane i zharmonizowane oraz ujednolicone pod względem stosowanego systemu odniesień przestrzennych oraz formatu danych. Węzeł internetowy stanowić będzie geoportal udostępniający zasoby geoinformacyjne za pomocą zaawansowanej infrastruktury informatycznej i technologii społeczeństwa informacyjnego.

Bazy tematyczne wyodrębnione w ramach zasobu fotogrametrycznego będą obejmowały:

- wysokorozdzielcze obrazy lotnicze i satelitarne;
- współrzędne i opisy topograficzne punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej;
- projekty i wyniki aerotriangulacji bloków lotniczych i satelitarnych;
- obrazy epipolarne;
- lotnicze i naziemne obrazy wideo;
- obrazy wykonane naziemnymi kamerami cyfrowymi;
- numeryczny model terenu i jego pokrycia;
- terenowe i fotogrametryczne profile kontrolne;
- fotomapy i ortofotomapy;
- numeryczne mapy sytuacyjno-wysokościowe.

### **3. ZAKRES OPRACOWANIA DANYCH ARCHIWALNYCH**

W toku realizacji ekspertyz sądowych okazało się, że w większości przypadków wykorzystując pojedyncze zdjęcia lotnicze lub ich przetworzenia nie można było jednoznacznie rozstrzygnąć kwestii spornych pomiędzy stronami postępowania. Fotoplany i ortoobrazy będące podstawowym składnikiem poszczególnych zasobów stanowiły zbyt ubogi materiał dowodowy, zwłaszcza, jeśli spór dotyczył aspektu geometrycznego lub szczegółowej interpretacji pokrycia terenu. Rozwiązaniem kompleksowym w tym zakresie okazały się modele stereoskopowe zdjęć lotniczych, zorientowane przestrzennie na fotogrametrycznych cyfrowych stacjach roboczych, które stanowiły doskonałe narzędzie fotointerpretacyjne.

W przypadku braku modeli stereoskopowych wykorzystywane były pojedyncze zdjęcia lotnicze, dla których zastosowano metody i narzędzia cyfrowego przetwarzania obrazów, umożliwiające zdalną detekcję obiektów i zjawisk zachodzących na powierzchni terenu. W szczególności technika ta była wykorzystywana do detekcji krawędzi obiektów występujących w obrębie badanego zdjęcia lotniczego. Przy zastosowaniu odpowiednich filtrów

obrazowych, technika ta pozwoliła na wyodrębnienie jednorodnej grupy użytków, bądź też granic sąsiadujących ze sobą obszarów o innym charakterze lub sposobie wykorzystania.

W zakresie odtwarzania przebiegu granic działek ewidencyjnych, a także określania sposobu ich użytkowania, w procesie aerotriangulacji wyznaczane były elementy orientacji zewnętrznej archiwalnych zdjęć lotniczych. W toku realizacji zadań określono przydatność danych georeferencyjnych, zamieszczonych w serwisach internetowych, w zakresie projektowania punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej i pomiaru ich współrzędnych. Ocenie poddane zostały dokładność geometryczna oraz interpretacyjność ortofotomap zamieszczonych w serwisie [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl) oraz serwisie Biura Geodezji i Katastru Urzędu m.st. Warszawy. Miarą oceny dokładności był przeciętny błąd średni liczony na podstawie różnych współrzędnych uzyskanych z pomiaru kameralnego oraz pomiaru terenowego techniką GPS. Wyniki tych pomiarów zestawione zostały w tabeli 1. Miarą oceny interpretacyjności ortofotomap było porównanie wyników identyfikacji szczegółów terenowych z wielu serii obserwacji.

Tab. 1. Jakość geometryczna ortofotomap zamieszczonych w serwisach internetowych

WSKAŹNIKI	Serwis internetowy	
	Geoportal.gov.pl	Urzędu Miasta st. Warszawy
Liczba punktów dostosowania	100	100
RMSE X [m]	1.03	0.92
RMSE Y [m]	1.13	1.08

Stwierdzono, że dostępne w serwisach internetowych ortofotomapy nie spełniały wymagań dokładnościowych realizowanych opracowań i z tego względu zostały wykorzystane jedynie do projektowania punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej.

#### 4. METODYKA OPRAWOWANIA DANYCH ARCHIWALNYCH

Podstawą korekcji geometrycznej archiwalnych zdjęć lotniczych był projekt i pomiar punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej. Jednakże, dla większości z nich ze względu na zbyt duży upływ czasu od daty pozyskania, a tym samym zbyt duże zmiany pokrycia terenu w stosunku do sytuacji obecnej, pomiar bezpośredni w terenie był niemożliwy. Przeprowadzone zostały badania metodyczne mające na celu optymalizację przetworzeń archiwalnych danych obrazowych w kontekście tego pomiaru. Do analiz wykorzystano zdjęcia lotnicze pokrywające dwa obszary testowe, z których jeden obejmował teren zurbanizowany, drugi zaś teren o charakterze rolniczym.

Dla każdego z obszarów korekcję geometrii obrazów przeprowadzono w dwóch wariantach. W wariantcie pierwszym przyjęto założenie, że punkty terenowej osnowy fotogrametrycznej dla obrazów archiwalnych zostaną zaprojektowane na aktualnych ortoobrazach i pomierzone w terenie techniką GPS. W wariantcie drugim zastosowano metodę sekwencyjnego pomiaru punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej. Metoda ta uwzględniała wykorzystanie piramidy czasowej zdjęć lotniczych, przy czym osnowę fotogrametryczną dla kolejnych zdjęć w piramidzie stanowiły współrzędne punktów wiążących wyznaczone w procesie aerotriangulacji bloków lub stereogramów zdjęć poziomu poprzedniego. Początek piramidy stanowiły aktualne zdjęcia lotnicze.

W obu wariantach i dla obu obszarów testowych elementy orientacji wewnętrznej zdjęć lotniczych wyznaczono na podstawie obserwacji znaczków tłowych, których

współrzędne, zapisane w metrykach kalibracji poszczególnych kamer fotogrametrycznych, zaimportowano do właściwych projektów pomiarowych. Wykonano szereg niezależnych aerotriangulacji zdjęć, przy czym na każdym z nich zaobserwowano po dwa punkty wiążące w każdej z pozycji Grubera. W celu zachowania dokładności pomiaru korelacyjnego na poziomie 1/4 piksela obrazu źródłowego pozycje punktów wiążących były wybierane manualnie. Projekt osnowy fotogrametrycznej zakładał, jednoznaczną identyfikację szczegółów sytuacyjnych dla różnych poziomów piramidy archiwalnych zdjęć lotniczych. Pomiary fotogrametryczne wykonano metodą półautomatyczną na stacji fotogrametrycznej SSK Pro Intergraph z wykorzystaniem modułów oprogramowana Image Station Automatic Triangulation w wersji roboczej 4.1.

## 5. METODYKA OPRACOWANIA DANYCH ARCHIWALNYCH

Pierwszy obszar testowy, reprezentował teren zurbanizowany i obejmował rejon Stadionu X-lecia w Warszawie (obecnie Stadion Narodowy). W badaniach wykorzystano zdjęcia lotnicze zakupione w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej oraz stanowiące zasób Instytutu Geodezji i Kartografii, których parametry zamieszczono w tabeli 2. Zdjęcia lotnicze z lat 1972–2005 zostały pozyskane kamerą analogową i zeskanowane z rozdzielczością 14  $\mu\text{m}$ . Pozostałe zdjęcia lotnicze były pozyskane w technologii cyfrowej kamerą Z/I Imaging DMC (2008 rok) oraz kamerą Vexcel UltraCam XP (2010 rok).

Tab. 2. Parametry cyfrowych zdjęć lotniczych obszaru zurbanizowanego

Lp.	Rok wykonania zdjęć	Rozdzielczość geometryczna GSD [m]	Rozdzielczość radiometryczna bit/piksel/kanał
1	1972	0.22	8 (PAN)
2	1994	0.08	8 (PAN)
3	2001	0.45	8 (RGB)
4	2005	0.20	8 (RGB)
5	2008	0.10	10 (RGB)
6	2010	0.10	12 (RGB)

Drugi obszar testowy, reprezentował teren o charakterze rolniczym i obejmował rejon pomiędzy ulicami Sikorskiego i Bartycką w Warszawie W badaniach wykorzystano analogowe zdjęcia lotnicze zeskanowane z rozdzielczością 14  $\mu\text{m}$ ) zakupione w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, których parametry zamieszczono w tabeli 3.

Tab. 3. Parametry cyfrowych zdjęć lotniczych obejmujących drugi obszar testowy

Lp.	Rok wykonania zdjęć	Rozdzielczość geometryczna GSD [m]	Rozdzielczość radiometryczna bit/piksel/kanał
1	1972	0.22	8 (PAN)
2	1976	0.26	8 (PAN)
3	1982	0.28	8 (PAN)
4	1987	0.28	8 (PAN)
5	1990	0.28	8 (PAN)
6	1997	0.07	8 (RGB)

### 5.1. Wariant bezpośredniego pomiaru fotopunktów

W wariantcie pierwszym, dla każdego z analizowanych obszarów testowych, liczba fotopunktów oraz wagi ich współrzędnych w ramach poszczególnych aerotriangulacji były determinowane głównie rozdzielczością geometryczną i radiometryczną archiwalnych zdjęć lotniczych, przy czym błąd pomiaru w terenie punktu osnowy fotogrametrycznej kształtował się na poziomie  $m_{XY}=0.02$  m oraz  $m_Z=0.05$  m. Na podstawie statystycznych wyników aerotriangulacji, dla każdego bloku (w praktyce stereogramu) archiwalnych zdjęć lotniczych określono dokładność wyznaczenia współrzędnych dowolnego punktu, której miarą był przeciętny błąd wyznaczenia współrzędnych punktu wiążącego. Wyniki dla pierwszego i drugiego obszaru testowego zostały zamieszczone odpowiednio w tabeli 4 oraz tabeli 5.



Rys. 1. Zmiany pokrycia terenu zurbanizowanego na przestrzeni lat 1972–2010

W przypadku terenu zurbanizowanego spadek liczby projektowanych fotopunktów oraz dokładności ich identyfikacji na archiwalnych zdjęciach lotniczych spowodowany był dużą dynamiką zmian pokrycia terenu (Rys. 1) oraz słabą geometrią bloków, które w większości stanowiły pojedyncze stereogramy. W odniesieniu do zdjęć lotniczych o najmniejszym stopniu aktualności przyjęto założenie, że punkty osnowy fotogrametrycznej powinny być szczegółami sytuacyjnym identyfikowanymi w terenie i na obrazach z dokładnością nie gorszą niż 3 m dla współrzędnych płaskich oraz 1.5 m dla współrzędnej wysokościowej. Warunek ten spełniały szczegóły terenowe w postaci narożników kontrastowych konturów, płyt betonowych, osi chodników, a także w postaci skrzyżowań osi lokalnych dróg.

W przypadku terenu o charakterze rolniczym, dla którego dynamika zmian pokrycia była znacznie większa niż w przypadku terenu zurbanizowanego (Rys. 2), nastąpił znaczny spadek liczby projektowanych fotopunktów, spowodowany głównie ich słabą identyfikacją lub w wielu przypadkach jej brakiem. W odniesieniu do najmniej aktualnych zdjęć lotniczych przyjęto założenie, że punkty osnowy fotogrametrycznej powinny być szczegółami sytuacyjnymi identyfikowanymi w terenie i na obrazach z dokładnością nie gorszą niż 5 m dla współrzędnych płaskich oraz 1.5 m dla współrzędnej wysokościowej, przy czym warunek ten spełniały jedynie szczegóły w postaci skrzyżowań osi lokalnych i głównych dróg. Oznaczało to, że dla niektórych archiwalnych danych obrazowych, a w szczególności

ich modeli stereoskopowych, nie można było wyznaczyć elementów orientacji zewnętrznej. Jedynym rozwiązaniem dla tego rodzaju danych było opracowanie metodyki sekwencyjnego pomiaru osnowy fotogrametrycznej z wykorzystaniem wyników aerotriangulacji kolejnych w skali czasu modeli stereoskopowych.

Tab. 4. Ocena statystyczna orientacji poszczególnych bloków archiwalnych zdjęć lotniczych w wariancie pierwszym (obszar zurbanizowany)

Lp.	Rok wykonania zdjęć	Liczba zdjęć / fotopunktów	Dokładność pomiaru i identyfikacji fotopunktów [m]		Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu wiążącego [m]	
			$m_{XY}$	$m_Z$	$m_{XY}$	$m_Z$
1	1972	2/3	3.50	0.50	1.85	0.46
2	1994	4/4	2.50	0.15	1.26	0.24
3	2001	2/3	1.50	0.45	0.52	0.38
4	2005	2/4	0.30	0.40	0.15	0.28
5	2008	2/7	0.20	0.25	0.12	0.18
5	2010	3/8	0.10	0.20	0.06	0.08



Rys. 2. Zmiany pokrycia terenu rolniczego na przestrzeni lat 1972–1997

Tab. 5. Ocena statystyczna orientacji poszczególnych bloków archiwalnych zdjęć lotniczych w wariancie pierwszym (obszar rolniczy)

Lp.	Rok wykonania zdjęć	Liczba zdjęć /fotopunktów	Dokładność pomiaru i identyfikacji fotopunktów [m]		Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu wiążącego [m]	
			$m_{XY}$	$m_Z$	$m_{XY}$	$m_Z$
1	1972	2/1	-	-	-	-
2	1976	3/3	2.50	0.40	1.45	0.30
3	1982	2/3	1.50	0.30	0.85	0.25
4	1987	2/4	0.30	0.30	0.25	0.19
5	1990	3/5	0.30	0.40	0.21	0.16
6	1997	4/8	0.15	0.25	0.12	0.15

## 5.2. Wariant sekwencyjnego pomiaru fotopunktów

W wariacie drugim, dla terenu zurbanizowanego, liczba i rozmieszczenie fotopunktów dla następnych poziomów piramidy archiwalnych zdjęć decydowała o ilości i konfiguracji zdjęć poziomu poprzedniego (opracowanie bloku lub niezależnych stereogramów). W celu wyznaczenia osnowy dla stereogramu zdjęć lotniczych pozyskanych w 2008 roku należało wykonać 6 niezależnych aerotriangulacji zdjęć z 2010 roku (różne zasięgi zdjęć lotniczych). W ramach aerotriangulacji kolejnych zdjęć w piramidzie wyznaczane były współrzędne punktów wiążących, których przeciętne błędy średnie zestawione zostały w tabeli 6. Dokładność pomiaru i identyfikacji fotopunktów dla zdjęć poszczególnych poziomów piramidy, z wyłączeniem zdjęć aktualnych, była funkcją ich rozdzielczości przestrzennej (GSD) oraz dokładności wyznaczenia współrzędnych punktów wiążących w ramach aerotriangulacji zdjęć poziomu poprzedniego. Dla zdjęć aktualnych dokładność identyfikacji zależała głównie od ich rozdzielczości przestrzennej GSD. Na każdym poziomie piramidy zaprojektowano wymaganą liczbę fotopunktów.

Tab. 6. Ocena statystyczna orientacji poszczególnych bloków archiwalnych zdjęć lotniczych w wariacie drugim (obszar zurbanizowany)

Lp.	Rok wykonania zdjęć	Liczba zdjęć /bloków	Dokładność pomiaru i identyfikacji fotopunktów [m]		Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu wiążącego [m]	
			$m_{xy}$	$m_z$	$m_{xy}$	$m_z$
1	2010	12/6	0.10	0.20	0.07	0.04
2	2008	2/1	0.12	0.25	0.08	0.06
3	2005	2/1	0.22	0.45	0.16	0.23
4	2001	2/1	0.48	0.55	0.27	0.43
5	1994	4/1	0.30	0.45	0.18	0.25
5	1972	3/1	0.28	0.50	0.20	0.28

Tab. 7. Ocena statystyczna orientacji poszczególnych bloków archiwalnych zdjęć lotniczych w wariacie drugim (obszar rolniczy)

Lp.	Rok wykonania zdjęć	Liczba zdjęć /bloków	Dokładność pomiaru i identyfikacji fotopunktów [m]		Dokładność wyznaczenia współrzędnych punktu wiążącego [m]	
			$m_{xy}$	$m_z$	$m_{xy}$	$m_z$
1	1997	6/1	0.15	0.25	0.10	0.08
2	1990	2/1	0.20	0.25	0.15	0.10
3	1987	2/1	0.22	0.25	0.17	0.15
4	1982	2/1	0.25	0.25	0.20	0.18
5	1976	2/1	0.25	0.30	0.22	0.20
5	1972	2/1	0.20	0.35	0.20	0.23

W wariacie drugim dla terenu rolniczego, ze względu na stosunkowo niewielkie odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi zdjęciami w piramidzie oraz możliwość zaprojektowania znacznie większej od wymaganej ilości fotopunktów uzyskano wysoką dokładność



wyznaczenia współrzędnych punktów wiążących (tabela 7). Stwierdzono, że błędy średnie a priori fotopunktów projektowanych dla kolejnych poziomów zdjęć zawierały głównie składową identyfikacji skorelowaną z ich rozdzielczością GSD. Na podstawie analizy aktualnego pokrycia terenu oraz zarejestrowanego w obrębie obszaru testowego na zdjęciach z 1997 roku stwierdzono, że zdjęcia te można uznać za aktualne. Tego rodzaju zabieg pozwolił wydatnie zmniejszyć ilość prac projektowych i pomiarowych mając na uwadze fakt, że zdjęcie z 2010 roku pozyskane kamerą cyfrową ma znacznie mniejszy zasięg od zdjęcia pozyskanego kamerą analogową w 1997 roku.

Na podstawie uzyskanych rezultatów stwierdzono, że orientacja modeli archiwalnych zdjęć lotniczych z uwzględnieniem metody sekwencyjnego pomiaru punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej pozwala realizować stereoskopowe pomiary szczegółów sytuacyjnych z dokładnością poniżej GSD obrazu źródłowego, przy czym dokładność ta tylko w niewielkim stopniu zależy od daty wykonania poszczególnych zdjęć (spadek jakości radiometrycznej obrazu).

## 6. WNIOSKI

Metodyka orientacji modeli archiwalnych zdjęć lotniczych, bazująca na bezpośrednim pomiarze punktów terenowej osnowy fotogrametrycznej w wielu przypadkach nie zapewnia dokładności opracowania mapy ewidencyjnej i w aspekcie ekspertyz sądowych może być stosowana wyłącznie do opracowań interpretacyjnych.

Sekwencyjny pomiar fotopunktów w procesie orientacji bloków i stereogramów archiwalnych zdjęć lotniczych, umożliwia wykorzystanie stereoskopowych pomiarów sytuacyjno-wysokościowych do sporządzania pełnej dokumentacji geodezyjnej w zakresie odpowiadającym wymaganiom dokładnościom poszczególnych opracowań.

Wariant sekwencyjnego pomiaru fotopunktów wiąże się z koniecznością przetworzenia większej ilości danych źródłowych przy jednoczesnej minimalizacji liczby pomiarów terenowej osnowy fotogrametrycznej. Mimo iż, wariant ten nie jest korzystny ekonomicznie to stanowi jedyne rozwiązanie w zakresie fotogrametrycznego wiarygodnego odtwarzania archiwalnej sytuacji terenowej na potrzeby ewidencji gruntów i budynków.

Nowoczesne metody fotogrametryczne stanowią obecnie podstawę zasilania i aktualizacji systemów informacji przestrzennej i wobec swoich możliwości mają szansę odegrać w przyszłości zasadniczą rolę w tworzeniu krajowego katastru.

## 7. LITERATURA

Boroń A., Borowiec M., 2003. Aerotriangulacja archiwalnego, nieregularnego bloku zdjęć zalesionych terenów górskich. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 13b, s. 315–324.

Michałowska K., Głowienka-Mikrut E., 2010. Wielozasowe dane obrazowe w badaniu zmian pokrycia terenu. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 21, s. 281–289.

Michałowska K., Głowienka E., Mikrut S., 2007. Opracowanie technologii przetwarzania archiwalnych materiałów fotogrametrycznych do badań zmienności krajobrazu Słowińskiego Parku Narodowego. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 17b, s. 495–504.

Preuss R., 2002. Aerotriangulacja wielozasowa. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 12a, s. 325–334.

**GEOINFORMATION RESOURCE UTILIZATION FOR ELABORATION  
OF ARCHIVAL PHOTOGRAMMETRIC IMAGE DATA**

KEY WORDS: photogrammetry, archive, geoinformation, aerial photos, stereoscopy, interpolation

SUMMARY: In the last years in Polish tribunals many disputes relating to reproduction of the border lines of parcels as well as the mode implementing of their was decided. In the majority of cases this disputes were concerned to the grounds which was taking over by state in the post-war period. The photogrammetry accomplish important field in this range. On the basis of archival photogrammetric data, in the peculiarity photo mosaics as well as aerial photos the stereoscopic measurements were realized. On the basis of these measurements the position of points and border lines was reproduced and also stereoscopic interpretation of land use was performed. For optimal utilization, these data was referred to the geodetic coordinate system. In dependence of accuracy requirements of absolute orientation of aerial photos, the control points measured on the terrain as well as on the topographic maps and orthophotomaps were needed. However, reproducing of terrain control points in the direct method in many cases wasn't impossible in the face of the considerable outflow of time from the acquisition date of aerial photos. The methodology of the processing of archival photogrammetric image data using of available national geoinformation supplies was presented in the article. This supply is stored in national internet data basis as well as in the Main Geodetic Cartographic Documentation Centre, Central Military Archive and State Archive of the Capital City of Warsaw. The internal archive of the Photogrammetry Department of the Institute of Geodesy and Cartography which is arranged within the "OGNIWO" project was used also. The method of sequential measuring of the control points for aerial photos describing different from the real state situation of terrain was introduced in the present article. On the basis of remembered methodology the results of processing of archival aerial photos in the context of registry measurements as well as interpretation results were presented. The article was prepared on the basis of experiences acquired during realization of technical evaluations and opinions.

dr inż. Ireneusz Ewiak  
e-mail: rene@igik.edu.pl  
telefon: +22 3291985  
fax: +22 3291950

mgr inż. Paulina Brodowska  
e-mail: paulina.brodowska@igik.edu.pl  
telefon: +22 3291986  
fax: +22 3291950