

**Krystyna Michałowska, Sławomir
Mikrut**

**Przydatność archiwalnych zdjęć
lotniczych w Systemach Informacji
Przestrzennej**

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 35-36, 77-88

2011

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Krystyna Michałowska
Sławomir Mikrut

Przydatność archiwalnych zdjęć lotniczych w Systemach Informacji Przestrzennej

Streszczenie

Artykuł opisuje doświadczenia autorów w wykorzystaniu archiwalnych materiałów w postaci zdjęć lotniczych i produktów pochodnych do celów zasilania Systemów Informacji Przestrzennej (SIP). Użytkownicy SIP przestali zadowalać się zasilaniem baz aktualnymi materiałami. Coraz częściej zaczyna się korzystać się z danych wieloczasowych, czego przykładem może być największy chyba dzisiaj system informacji przestrzennej jakim niewątpliwie jest „Google Earth” nadający trend w „wyścigu” do nadania kształtu ogólnoświatowej „geobazy”. Przechowywanie danych geoprzestrzennych i udostępnianie ich w postaci geoportalu staje się już coraz bardziej powszechne. Twórcy „Google Earth” poszli o krok dalej dodając czwarty wymiar: czas, dzięki czemu dziś możliwa jest również analiza wieloczasowa dzięki udostępnieniu zdjęć archiwalnych. Skutecznie realizują swoją strategię polegającą na „skatalogowaniu wszystkich informacji świata”. Nie trzeba chyba nikogo przekonywać co do celowości takiego działania. Analizy wieloczasowe pozwolą na szersze spojrzenie na sprawy związane z analizami środowiskowymi czy planowaniem przestrzennym. W przypadku wykorzystania zdjęć archiwalnych pojawia się problem ich odpowiedniej obróbki tzn. przygotowania do wykorzystania. Problem jest częsty brak informacji o geometrii powstawania takich obrazów (metryki kamer nie istnieją), oraz niska jakość radiometryczna (rysy, zanieczyszczenia itp.). Autorzy niniejszego artykułu podali przykłady jak można wykorzystać takie dane i podali technologię ich opracowania i poprawy jakości.

1. Wstęp

Przydatność archiwalnych zdjęć lotniczych czy produktów pochodnych w Systemach Informacji Przestrzennej jest tematem rozważań niniejszego artykułu. Autorzy na bazie własnych doświadczeń opracowali technologię wykorzystania archiwalnych materiałów fotogrametrycznych (zdjęć lotniczych, ortofotomap) celem zasilania baz danych geograficznych. Źródłem danych były najczęściej archiwa wojskowe (Zarząd Geografii Wojskowej) oraz dane z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Warszawie. O ile dostępność tych materiałów stała się w ostatnich latach bardziej przyjazna tak jakość tych materiałów pozostawia wiele do życzenia. Największy problem stanowi odtworzenie geometrii powstawania zdjęcia czyli odtworzenie elementów orientacji wewnętrznej i zewnętrznej, a także poprawa radiometrii.

2. Przykłady zasilania baz danych materiałami archiwalnymi

Zasilanie baz danych materiałami archiwalnymi stało się w ostatnich latach coraz bardziej popularne. W naszym kraju wiązało się to z przekazaniem przez Zarząd

Geografii Wojskowej części swoich zasobów do Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Warszawie. Wykorzystanie tych materiałów mogło służyć różnym celom. Od określania charakteru i wielkości zmian środowiskowych, poprzez porównywanie zmian w zabudowie miejskiej, a na szacowaniu strat wojennych kończąc. To ostatnie zastosowanie zyskało ostatnio aspekt praktyczny związany z szacowaniem strat jakie miały miejsce podczas wojny na terenie miasta Warszawy. Wykonano „ortofoto zniszczonej Warszawy” (*Falkowski et al., 2007*). Opracowanie to wiązało się z podjęciem uchwały w kwietniu 2004 r. przez Radę Warszawy o rozpoczęciu prac nad określeniem strat miasta i mieszkańców podczas II wojny światowej. Wykorzystano archiwalne zdjęcia lotnicze wykonane przez lotników radzieckich latem 1945 roku. Podjęto inicjatywę opracowania ortofotomapy z około 650 dostępnych fotogramów. Gotowy produkt można oglądać na stronie internetowej Urzędu Miasta Warszawy.

Archiwalne zdjęcia lotnicze były wykorzystywane również w wielu dziedzinach nie tylko w Polsce. Pomiar na wieloczasowych danych lotniczych wykorzystano do porównania geometrycznych zmian powierzchni terenu ujawniających się w określonych przedziałach czasowych (*Chander i Cooper, 1988a,b, Evers i Mills, 2004, Baldi i inni, 2005*). Inne zastosowania archiwalnych zdjęć lotniczych to np. analizy zmian terenów zurbanizowanych, terenów rolniczych (*Kim M. i inni 2006*).

Jednak przełomowym momentem w wykorzystaniu materiałów archiwalnych w postaci ortofotomap może być uruchomienie przez geoportal „Google Earth” możliwość przeglądania danych pozyskanych w różnym okresie czasu (od wersji programu 5.0). Jest to kolejny „milowy” krok w osiągnięciu celu jaki postawiła sobie firma Google tj. „skatalogować wszystkie informacje świata” (*Stross, 2008*). Wygląda na to, że oprócz skatalogowania stanu aktualnego, będziemy mogli „odtworzyć historię”.

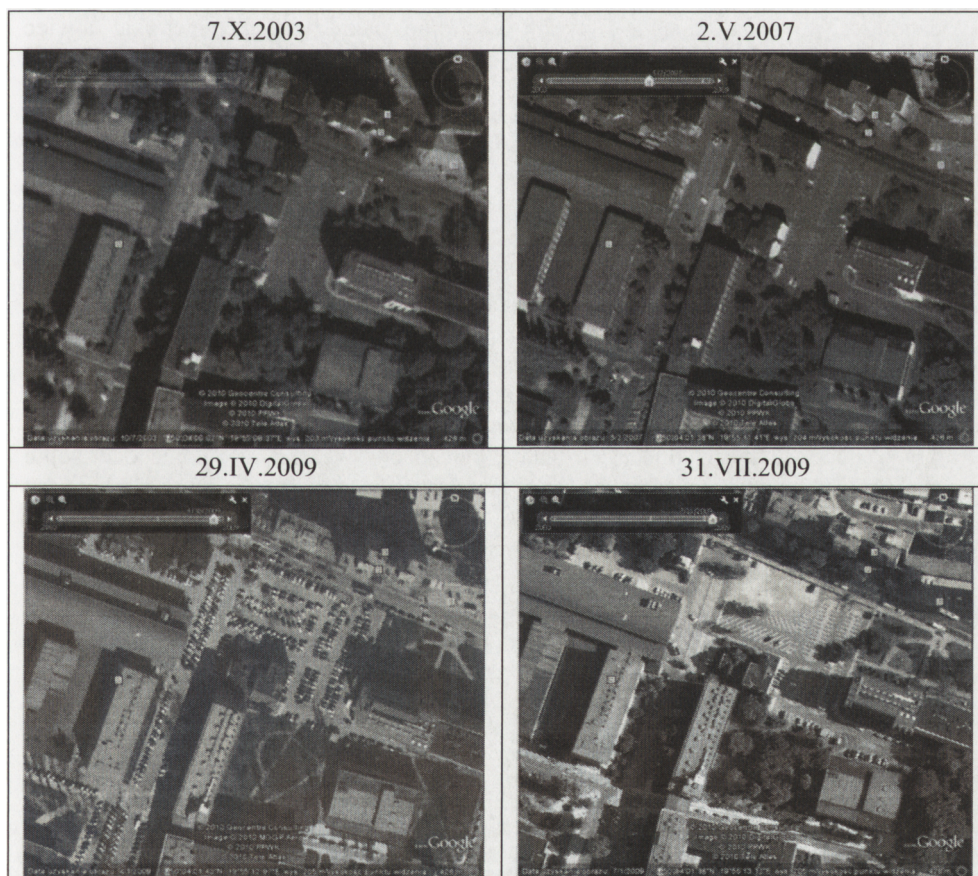


Rys.1. Zamek Królewski w Warszawie w latach 1935, 1945 i 2009.

(źródło: <http://www.google.com/intl/pl/earth/explore/showcase/historical.html#warsaw>)

Posiadanie informacji nie tylko aktualnej o bardzo wysokiej rozdzielczości i obejmującej swoim zasięgiem cały świat, ale również możliwość „zaglądnienia wstecz” rozszerza możliwości tego najpopularniejszego na dzień dzisiejszy geoportalu. Wspomniany już wyżej przykład powojennej Warszawy został już poszerzony o rok 1935, co na ten moment daje możliwości porównawcze przedstawione na rysunku 1 (Warszawa - Zamek Królewski).

Warstwy informacyjne w postaci ortofotomap wykonanych w różnych okrasach czasu mogą zasilać bazy danych Systemów Informacji Przestrzennej tworząc tzw. **GIS 4D**, gdzie tym czwartym wymiarem jest czas. Po GIS 3D, jest to kolejny krok w rozwoju Systemów Informacji Przestrzennej, nazywanych w nomenklaturze anglojęzycznej GIS-em (*ang. Geographic Information System*). Analizy wieloczasowe nie muszą korzystać z danych oddzielonych od siebie o kilkanaście lat. Na rysunku 2 przedstawiono przykład wieloczasowych zmian dokonujących się na przestrzeni zaledwie 6 lat, a mimo to zarejestrowanych czterokrotnie.



Rys.2. Zmiany wieloczasowe zarejestrowane na przykładzie parkingu na terenie AGH w Krakowie (źródło: www.google.com)

3. Problematyka wykorzystania zdjęć archiwalnych

Idąc za definicją z wikipedii, **zbiór archiwalny** to zbiór materiałów archiwalnych, zgromadzony przez urzędy, instytucje, osoby fizyczne itp., przy uwzględnieniu pewnych kryteriów doboru i w określonym celu (np. zbiór dokumentów do dziejów miasta, osoby itp.). W przeciwieństwie do zespołu archiwalnego zbiór

archiwalny składa się z materiałów celowo kolekcjonowanych i nie będących rezultatem statutowej działalności danego urzędu czy instytucji (Wikipedia, 2010).

Jak widać definicja nie podaje okresu jaki należy przyjąć, aby używać pojęcia „archiwalny”. Założyliśmy, że w naszym przypadku obejmuje to zdjęcia lotnicze (czy produkty pochodne) występujące w zasobie jako materiał już nieaktualny.

3.1. Odtworzenie geometrii obrazu

Jak wspomniano we wstępie, zdjęcia lotnicze, szczególnie wykonane w okresie powojennym, z racji miejsca przechowywania mogą nie posiadać informacji dodatkowych tj. jaką kamerą były wykonywane, jaka była ich metryka, a więc występuje problem z „matematycznym odtworzeniem wiązki”. Jest to zasadnicza sprawa wykorzystywana w procesie aerotriangulacji gdzie dochodzi do wyrównania bloku zdjęć. Brak tych informacji uniemożliwia wysoko-dokładnościowe opracowanie fotogrametryczne. Autorzy rozwiązali ten problem stosując własne rozwiązanie, opisane szerzej w kolejnym punkcie.

3.2. Korekcja radiometryczna

Kolejnym problemem jest jakość radiometryczna zdjęć lotniczych wykorzystywanych w procesie generowania produktów pochodnych (najczęściej ortofotomapy). Przechowywanie zdjęć w różnych warunkach przez kilkanaście lat powoduje, że materiał zawiera szereg usterek (zarysowania, kurz itp.). Dzisiejsza technika przetwarzania obrazów pozwala na poprawę jakości radiometrycznej poprzez stosowanie różnego rodzaju filtracji. Również proces łączenia (mozaikowania) zdjęć wymaga odpowiedniego podejścia technologicznego, z czym nie poradzono sobie w geoportalu „Google Earth”, co widać na łączeniu scen.

4. Technologia wykorzystania archiwalnych zdjęć lotniczych

W ramach kilkuletnich prac, opracowano technologię pozwalającą na wykorzystanie materiałów archiwalnych. Przyjęto następujące etapy technologii:

- A. Pozyskanie archiwalnych materiałów (głównie zdjęć lotniczych).
- B. Odtworzenie informacji o elementach orientacji zdjęć.
- C. Korekta radiometryczna zdjęć.
- D. Przetwarzanie zdjęć do interesującej nas postaci (fotoszkiecy, ortofotomapy, modele 3D).
- E. Uzupełnienie istniejących materiałów o dodatkowe dane (np. zdjęcia naziemne).
- F. Zasilenie baz danych (konwersja i ładowanie do bazy).

Poniżej zaprezentowano wyniki badań dla dwóch przykładowych projektów zrealizowanych przez autorów w oparciu o materiały archiwalne ze Słowińskiego (*Michałowska, 2009*) oraz Tatrzańskiego Parku Narodowego (*Mikrut, 2008*).

4.1. Wykorzystanie zdjęć archiwalnych na przykładzie Słowińskiego Parku Narodowego

W projekcie „Modelowanie przestrzenne zmian wybranych elementów środowiska Słowińskiego Parku Narodowego”, wykorzystano zdjęcia w postaci diapozytywów, pozyskanych z zasobów Zarządu Geografii Wojskowej w Warszawie. Jakość zdjęć w poszczególnych rocznikach była bardzo zróżnicowana. W celu podniesienia jakości opracowań fotogrametrycznych oraz możliwości fotointerpretacyjnych zastosowano nowoczesne metody przetwarzania obrazów cyfrowych.

Diapozytywy archiwalnych zdjęć lotniczych Słowińskiego Parku Narodowego (SPN) z lat 1951-1984 (łącznie 160 szt.) zostały zeskanowane precyzyjnym skanerem fotogrametrycznym PHOTOSCAN TD firmy Intergraph/Zeiss z rozdzielczością piksela 14 μm w Katedrze Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska, AGH.

Z uwagi na fakt, iż zdjęcia z lat 1951 i 1964 charakteryzowały się stosunkowo niską jakością radiometryczną, konieczne były zabiegi poprawiające ich jakość. Obrazy poddano filtracji wzmacniającej krawędzie (użyto filtra „*Usharp mask*”) w programie Adobe Photoshop oraz wykorzystano filtry wygładzające, usuwające szумы (głównie skutki zadrapań i zarysowań emulsji na zdjęciach). W tym celu przefiltrowano obrazy przy pomocy maski „*Gaussian Blur*”, przy dobranym parametrze „*Radius*” równym 1.2 piksela (wielkość parametru ustalono na podstawie eksperymentów). Następnie, celem dalszych analiz i projektowania fotopunktów wykonano cyfrowe fotoszkiecy dla wszystkich roczników.

Kolejnym problemem napotkanym na etapie opracowywania danych było odtworzenie elementów orientacji wewnętrznej zdjęć z roku 1951, które nie posiadały metryki kamery. Część danych udało się uzyskać dzięki bogatym zasobom archiwalnych metryk kamer dostępnych w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej, w którym kiedyś wykonywano kalibrację kamer. Brakujące dane (współrzędne znaczków tłowych) zostały wyznaczone poprzez uśrednienie współrzędnych pikselowych i przyjęcie punktu głównego jako środka najlepszej symetrii. Następnie współrzędne pikselowe zostały przeliczone na tłowe, poprzez pomnożenie współrzędnych pikselowych przez wielkość piksela (w milimetrach) odczytaną z programu ISRU (*ImageStation Raster Utilities*). Średni błąd transformacji (RMS XY) uzyskany przy wpasowywaniu współrzędnych znaczków tłowych wahał się w przedziale [0,3 – 1.0] wielkości piksela, co biorąc pod uwagę jakość materiałów archiwalnych było zadowalające.

Informacje o współrzędnych znaczków tłowych dla zdjęć z lat 1964 i 1975 w metrykach kamer zapisane były jako odległości pomiędzy znaczkami. Przyjmując za punkt stały jeden ze znaczków, szukane współrzędne obliczono wyrównując sieć liniową przy użyciu programu VSD. Otrzymane wartości zostały zredukowane o wektor, którego współrzędne powstały z przecięcia przekątnych czworokąta. Wyznaczono także współrzędne punktów najlepszej symetrii i autokolimacji, podane w metryce jako odległości od przecięcia łącznic znaczków tłowych.

Odtworzenie elementów orientacji wewnętrznej zdjęć bez znajomości metryki kamery dla przykładowego projektu

Zdjęcia wykonane w roku 1951 nie posiadały metryki kalibracji kamery. W celu wyznaczenia współrzędnych znaczków tłowych wykonano następujące czynności:

- zmierzono odległości między znaczkami tłowymi i w ten sposób określono ich przybliżone współrzędne. Odległość ta wynosi 16,35 cm, w związku z czym przyjęte zostały następujące współrzędne:

Tab.1. Przybliżone współrzędne znaczków tłowych dla zdjęć z 1951 r.

Nr znaczka	x [mm]	y[mm]
1	81.75	-81.75
2	-81.75	-81.75
3	-81.75	81.75
4	81.75	81.75

Orientując kilkanaście zdjęć otrzymano w większości podobne odchyłki na znaczkach

Tab.2. Odchyłki na znaczkach tłowych po orientacji wewnętrznej w oparciu o współrzędne przybliżone.

dx [mm]	dy [mm]
0.0101	0.0018
0.0111	0.0036
0.0130	0.0057
0.0107	0.0073
0.0091	0.0090
0.0103	0.0029
0.0087	0.0075
0.0097	0.0062
0.0097	0.0045
0.0092	0.0069
0.0078	0.0064
Średnia: 0.0099	Średnia: 0.0056

Połowa tych błędów powinna być uwzględniona w procesie kalibracji, zaś druga część jest wynikiem błędów popełnionych podczas procesu fotografowania, wywoływania i obróbki fotochemicznej, skanowania. W związku z powyższym przyjęto następujące poprawki:

- $dx = 0.005$ mm,
- $dy = 0.003$ mm.

Tab. 3. Współrzędne znaczków tłowych po wprowadzeniu poprawek.

Nr znaczka	X [mm]	Y [mm]
1	81.755	-81.747
2	-81.755	-81.753
3	-81.745	81.753
4	81.745	81.747

Po ponownej orientacji otrzymano następujące błędy:

Tab.4. Odchyłki na znaczkach tłowych po orientacji wewnętrznej w oparciu o współrzędne po uwzględnieniu poprawek.

Nr zdjęcia	dx [mm]	dy [mm]
7874	0.0063	0.0018
7875	0.0074	0.0006
7876	0.0027	0.0001
7884	0.0056	0.0060
7885	0.0070	0.0043
7886	0.0062	0.0027

W metrykach dla kamer, którymi wykonano zdjęcia w roku 1975, informacje o współrzędnych znaczków tłowych nie są podane wprost, ale za pomocą następujących odległości między nimi:

- dla kamery o ogniskowej 152.16 mm

Tab.5. Odległości między znaczkami tłowymi dla zdjęć z 1975 r. wykonanych kamerą o ogniskowej 152.16 mm. Dane uzyskano na podstawie metryki kalibracji kamery.

znaczkki	odległość [mm]
1 - 3	299.826
2 - 4	299.821
1 - 2	212.009
2 - 3	212.010
3 - 4	212.040
4 - 1	212.018

- dla kamery o ogniskowej 152.34 mm:

Tab.6. Odległości między znaczkami tłowymi dla zdjęć z 1975 r. wykonanych kamerą o ogniskowej 152.34 mm. Dane uzyskano na podstawie metryki kalibracji kamery

znaczkki	odległość [mm]
1 - 3	299.813
2 - 4	299.829
1 - 2	212.007
2 - 3	211.998
3 - 4	212.008
4 - 1	212.009

Szukane współrzędne wyznaczono wyrównując sieć liniową przy użyciu programu VSD. Znaczek nr 2 przyjęto jako punkt stały. W wyniku obliczeń otrzymano następujące współrzędne dla pierwszej (tab. 7a) i drugiej kamery (tab. 7b):

Tab.7. Wstępnie otrzymane współrzędne znaczków tłowych po wyrównaniu sieci liniowej.

a)

nr	x [mm]	y [mm]
1	212.000	-1.291
2	0.000	0.000
3	1.268	212.001
4	213.300	210.718

b)

nr	x [mm]	y [mm]
1	212.007	-0.335
2	0.000	0.000
3	0.339	211.998
4	213.347	211.674

Kolejnym zadaniem było zredukowanie powyższych wartości o wektor, którego współrzędne powstały z przecięcia przekątnych czworokąta o wierzchołkach w wyżej wyznaczonych punktach:

[106.640;105.349] – w odniesieniu do kamery o ogniskowej 152.16 mm

[106.171;105.834] – w odniesieniu do kamery o ogniskowej 152.34 mm

Ostateczne współrzędne znaczków tłowych dla zdjęć z roku 1975:

- wykonanych kamerą o odległości obrazu równej 152.16 mm

Tab.8. Ostateczne współrzędne znaczków tłowych dla zdjęć wykonanych kamerą o ogniskowej 152.16 mm.

nr	x [mm]	y [mm]
1	105.360	-106.640
2	-106.640	-105.349
3	-105.372	106.652
4	106.660	105.369

- wykonanych kamerą o odległości obrazu równej 152.34 mm

Tab.9. Ostateczne współrzędne znaczków tłowych dla zdjęć wykonanych kamerą o ogniskowej 152.34 mm

nr	x [mm]	y [mm]
1	105.836	-106.169
2	-106.171	-105.834
3	-105.832	106.164
4	106.176	105.840

Następnie wyznaczone zostały współrzędne punktów najlepszej symetrii i autokolimacji, które w metryce również podane były jako odległości od przecięcia łącznic znaczków tłowych:

Tab. 10. Współrzędne punktów najlepszej symetrii i autokolimacji dla zdjęć z 1975 r.

PPS	kamera	x [mm]	y [mm]
	$c_k=152.16$	0.006	0.008
	$c_k=152.34$	-0.005	-0.003
PPA	kamera	x [mm]	y [mm]
	$c_k=152.16$	0.010	-0.007
	$c_k=152.34$	-0.006	0.000

Poniższa tabela zawiera odchyłki na poszczególnych znaczkach tłowych po wykonaniu orientacji wewnętrznej:

Tab. 11. Odchyłki po orientacji wewnętrznej dla zdjęć z 1975 r.

nr zdjęcia	dx [mm]	dy [mm]
5265	0.0017	0.0130
5266	0.0033	0.0179
5866	0.0067	0.0131
5867	0.0008	0.0148
5868	0.0037	0.0100

Po określeniu elementów orientacji wewnętrznej, wykonano orientację wewnętrzną i wzajemną zdjęć dla wszystkich bloków. Ze względu na specyfikę terenów SPN pomiar punktów wiążących był w znacznym stopniu utrudniony (ponad 60% opracowywanego bloku zdjęć zajmują ruchome wydmy, wody Bałtyku oraz jezior Łebsko, Gardno). Z uwagi na brak możliwości wyrównania bloku aerotriangulacji w systemie DEPHOS, proces ten wykonano w środowisku ImageStation. Konieczne było transformowanie danych z formatu Dephos'a (pikselowe współrzędne punktów wiążących na poszczególnych zdjęciach) do formatu ImageStation. Transformacji współrzędnych dokonano przy pomocy programu TRANSPOL. Jakość zdjęć miała bezpośredni wpływ na dokładność pomiarów zarówno punktów wiążących jak i fotopunktów, a także interpretację szczegółów terenowych w późniejszym procesie generowania Numerycznego Modelu Terenu (NMT), który był podstawą analiz przestrzenno-czasowych krajobrazu Słowińskiego Parku cechującego się wyjątkowo silną dynamiką podłoża i roślinności.

Wyniki aerotriangulacji potwierdziły, że przyjęto metodyka jest poprawna (Michałowska, 2009).

4.2. Wykorzystanie zdjęć archiwalnych na przykładzie Tatrzańskiego Parku Narodowego

W projekcie opracowania ortofotomapy dla Tatrzańskiego Parku Narodowego współrzędne znaczków tłowych oraz stała kamery zostały odtworzone jak poprzednio. Natomiast położenie punktu głównego na zdjęciu skorygowano w procesie aerotriangulacji. W nowoczesnych oprogramowaniach istnieje możliwość użycia tzw. dodatkowych parametrów przy wyrównaniu aerotriangulacji. Następuje to w procesie samokalibracji (w oprogramowaniu Inpho istnieje możliwość użycia 22 lub 44 parametrów).

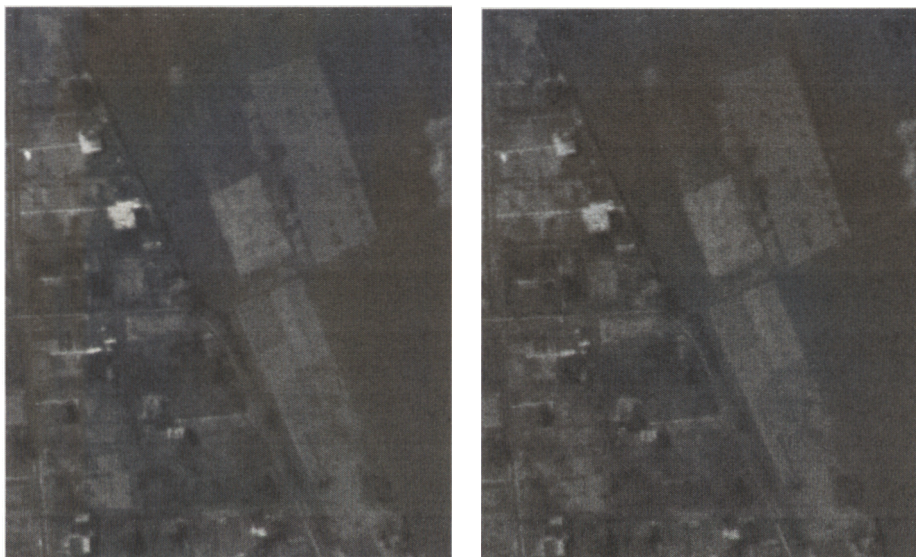
Problem występujący na tym etapie opracowań, to zmiana położenia obiektów aktualnych w stosunku do tego, co było w interesującym nas okresie czasu. Aby rozwiązać ten problem najlepiej jest pozyskać materiały z podobnego okresu czasu (mapy archiwalne, ortofotomapy). W terenie pomierzono fotopunkty techniką GPS oraz odczytano z archiwalnych map topograficznych. Niewątpliwie dokładność współrzędnych odczytanych z mapy jest nieporównywalna do pomierzonych współrzędnych, jednak niejednokrotnie jest to jedyny sposób, aby uzyskać te dane, z racji zmieniających się warunków przyrodniczych (np. ścieżki w Tatrach, których przecięcie się jest jedynym możliwym fotopunktem, po kilkudziesięciu latach są w innych miejscach). W ramach projektu, obok Numerycznego Modelu Terenu, wykonano ortofotomapy cyfrowe na bazie zdjęć z lat 1955 oraz 1974.

Poprawa radiometryczna obrazów

Zagadnienie wykorzystania materiałów archiwalnych to obok problemów z odtworzeniem geometrii również poprawa jakości radiometrycznej. W projekcie przetestowano różne metody filtracji obrazów oraz wykorzystania „ręcznego” retuszu cyfrowego w programach graficznych typu Adobe Photoshop. Zdjęcia archiwalne charakteryzują się głównie „słabym” kontrastem oraz dużym stopniem zaszumienia związanym z metodą przechowywania tego typu materiałów.

Podobnie jak poprzednim projekcie w celu wzmocnienia kontrastu wykorzystano filtry „wzmacniające krawędzie” na obrazie cyfrowym takie jak „Unsharp Mask” oraz inne filtry górnoprzepustowe, które po przefiltrowaniu obrazu wejściowego, zostały następnie do niego dodane. Do automatycznego usuwania zaszumienia na obrazie wykorzystano głównie filtracje Gaussa. Przykład poprawy jakości obrazów przedstawiono na rysunku 3, gdzie po lewej stronie znajduje się obraz po zeskanowaniu, obarczony wyraźnym ziarnem, a po prawej obraz ze „wzmocnionymi krawędziami” oraz po filtracji wygładzającej.

Tak przygotowane obrazy zostają następnie poddawane całościowemu wyrównaniu tonalnemu w dostępnym zaawansowanym oprogramowaniu takim jak OrthoVista (firmy INPHO) (Mikrut, 2008).



Rys.3 Obraz z oryginalnie zeskanowanego zdjęcia (po lewej). Obraz po filtracji i wzmocnieniu krawędzi (po prawej)

5. Podsumowanie i wnioski

W niniejszym artykule przedstawiono cel i metodykę wykorzystania materiałów archiwalnych w postaci zdjęć lotniczych oraz produktów ich przetworzenia do zasilenia Systemów Informacji Przestrzennej. Przedstawiona metodyka wykonania opracowań fotogrametrycznych w oparciu o materiały archiwalne (powojenne zdjęcia lotnicze) bazuje na zaproponowanej przez autorów technologii.

Została ona przetestowana na kilku projektach, o dużej rozpiętości czasowej oraz jakości danych, obejmującej okres ponad 50 lat. Różnorodność danych wejściowych (diapozytywy, negatywy, wtórniki) oraz niska jakość radiometryczna wymagała odpowiedniego podejścia technologicznego.

Produkty (ortofotomapy) powstałe w wyniku opracowania posiadają wymaganą dokładność kartometryczną oraz stosunkowo dobrą jakość radiometryczną, zważywszy na fakt, w jakim stanie były dane wejściowe.

Kartometryczność powstałych opracowań potwierdza ich przydatność do Systemów Informacji Przestrzennej. Materiały archiwalne w postaci zdjęć lotniczych oraz produktów pochodnych, takich jak numeryczne modele terenu, ortofotomapy czy fotoszkiełki, mogą z powodzeniem zasilać bazy danych systemów GIS i być cennym materiałem zwłaszcza do analiz wieloczasowych.

Powstały w ten sposób **GIS 4D** może być zasadniczym źródłem analiz czego najlepszym przykładem jest wykorzystanie go do analiz w Słowińskim i Tatrzańskim Parku Narodowym.

Reasumując, archiwalne materiały fotogrametryczne w postaci zdjęć lotniczych oraz produktów ich przetworzenia, poddane odpowiedniej technologii, pozwalają w pełni wykorzystywać swoje właściwości przy tworzeniu Systemów Informacji Przestrzennej, co wykazano na praktycznych przykładach.

Literatura

1. Baldi P., Fabris M., Marsella A., Monticelli R., 2005, *Monitoring the morphological evolution of the Sciara del Fuoco during the 2002-2003 Stromboli eruption using multi-temporal photogrammetry*, ISPRS J. Photogramm. Remote Sensing, 59 (4), 199-211.
2. Chander J., Cooper M., 1988a, *Monitoring the development of landslides using archival photography and analytical photogrammetry*", Land Miner. Surveying (Royal Institution of Chartered Surveyors), 6, 576-584.
3. Chander J., Cooper M., 1988, *The extraction of positional data from historical photographs and their application in geomorphology*, Photogramm. Rec., 13 (73), 69-78.
4. Eyers R., Mills J., 2004, *Subsidence Detection Using Integrated Multi Temporal Airborne Imagery* The International Archives of the" Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 34, Part XXX
5. Falkowski, Kurczyński, Uchański *Ortofoto zniszczonej Warszawy*, Miesięcznik Geodeta, luty 2007.
6. Kim M., Ednie A., Daigle J., 2006, "*Detecting Vegetation Change Using Multi-Temporal Aerial Photographs At Cadillac Mountain In Acadia National Park, Maine*" Proceedings of the 2006 Northeastern Recreation Research Symposium
7. Michałowska K., 2009, *Przestrzenno-czasowa analiza zmian wybranych elementów środowiska Słowińskiego Parku Narodowego*. Rozprawa doktorska, AGH Kraków
8. Mikrut S., 2008. *Experience from the Utilisation of Archival Aerial Image for the Needs of Databases Feeding*. Wydawnictwa AGH. Geomatics and Environmental Engineering, Vol. 2, No. 2,s. 69-80.
9. Stross R., 2008, *Planeta Google*. Wydawnictwo Studio Emka. Warszawa.
10. <http://pl.wikipedia.org/> (3.01.2010)