

**ANALIZA ZASTOSOWANIA BEZZAŁOGOWYCH FOTOGRAMETRYCZNYCH
NALOTÓW NISKOPUŁAPOWYCH
W KONTEKŚCIE SZYBKIEGO POZYSKIWANIA GEOINFORMACJI**

**ANALYSIS OF UNMANNED AIR LOW-HEIGHT PHOTOGRAMMETRIC
FLIGHTS FOR QUICK COLLECTION OF GEOINFORMATION**

Bogdan Jankowicz

Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji Akademii Rolniczej w Krakowie
Katedra Fotogrametrii i Teledetekcji

SŁOWA KLUCZOWE: zobrazowania niskopułapowe, bezzałogowe platformy latające.

STRESZCZENIE: Rozwój techniki lotniczej, teleinformatyki i teledetekcji wpływa na wzrost zainteresowania małymi, bezzałogowymi środkami latającymi (BŚL) nie tylko w technice wojskowej - stąd pomysł zastosowania ich w fotogrametrii i teledetekcji.

Interesującą alternatywą dla tradycyjnego sposobu pozyskiwania informacji o terenie, o charakterze uzupełniającym i aktualizacyjnym mogą być naloty niskopułapowe realizowane przez bezzałogowe, niewielkie konstrukcje lotnicze, jak chociażby testowana przez autora platforma (samolot-motolotnia) sterowana z ziemi.

Wizualna kontrola lotu nie zawsze jest wystarczająco precyzyjna, stąd rozwiązanie problemu stanowić może wyposażenie platformy nośnej (BŚL) w systemy automatycznej kontroli lotu z wykorzystaniem GPS dla nawigacji automatycznej, a także realizacja zdjęć przez odpowiednio dobrane lekkie kamery cyfrowe .

1. WSTĘP

Podjęcie zagadnienia stosowania bezzałogowych fotogrametrycznych nalotów w kraju uzasadnia nie tylko fakt potrzeby ciągłej aktualizacji geoinformacji ze względu na wysoki rozwój gospodarczy, ale wymierne korzyści ekonomiczne, które wynikłyby z wdrożenia opisywanej technologii na skalę przemysłową, szczególnie, że wyniki tych analiz są obiecujące jeśli porównać opracowanie fotogrametryczne testowanego obszaru z wynikami pomiaru bezpośredniego w terenie.

Dotychczasowe zastosowania bezzałogowych platform lotniczych (BŚL) na świecie są domeną wojska, a znany w Polsce system „Hob-bit”, chociażby z monitorowania ulic Warszawy, służy bardziej dla celów zbierania informacji wizualnej, a nie dla celów pomiarowych.

Oprócz stosowania BŚL dla celów militarnych, rozpowszechnione są w świecie ich zastosowania w szeroko pojętym monitoringu (np. wizualnym i porównawczym). Mało jest natomiast profesjonalnych, będących na odpowiednim poziomie technicznym

i ekonomicznym, zastosowań dla celów metrycznych (w tym dotyczących stosowania fotogrametrii dla szybkiej aktualizacji geoinformacji, będącej w obszarze działań objętych niniejszym projektem). Jakkolwiek znane są z literatury rozmaite próby stosowania bezzałogowych fotogrametrycznych nalotów, takie jak np. pozyskiwanie danych obrazowych z latawca w USA, w stanie Kansas – tzw. metoda „kiteography” (Aber, 2002).

W nawiązaniu do poprzednich swoich publikacji, autor rozważa możliwość zastąpienia w uzasadnionych przypadkach tradycyjnych nalotów, a nawet bezpośrednich, geodezyjnych pomiarów terenowych - pozyskiwaniem obrazów terenu z małych wysokości lotu (kilkadziesiąt do kilkuset metrów nad terenem) z bezzałogowych, małych platform lotniczych (BŚL – bezzałogowe środki latające lub z ang. CAV - Crewless Air Vehicle), wyposażonych w niewielkie, lekkie, cyfrowe kamery, o rozdzielczości zapewniającej wymaganą dokładność dla określonych opracowań, zwłaszcza o charakterze uzupełniającym i aktualizacyjnym.

Faktem też jest, iż obrazy satelitarne o wysokiej rozdzielczości, rejestrowane przez takie systemy jak Ikonos czy QuickBird, stały się alternatywnym wobec zdjęć lotniczych źródłem danych obrazowych. Zalety techniki satelitarnej nad lotniczą przejawiają się głównie w rozdzielczości spektralnej i czasowej. Rejestracja w wielu zakresach spektralnych, w tym w bliskiej podczerwieni przyczynia się do najlepszego rozpoznania upraw, zwłaszcza gdy uwzględnia się kalendarz fenologiczny. Jednakże przejście na cyfrowe kamery lotnicze likwiduje spektralną przewagę systemów satelitarnych.

Ponadto obrazy satelitarne charakteryzuje relatywnie wysoki koszt oraz fakt, że dla satelity chmury są taką samą przeszkodą jak dla zobrazowania ze standardowego pułapu lotniczego. W tym aspekcie wykonanie obrazów z niskiego pułapu stanowi oczywistą przewagę. Ponadto po stronie techniki lotniczej jest tworzenie dobrego modelu 3D, gdyż jak dotychczas „satelitarne” dokładności są mało konkurencyjne (Pyka, 2005).

2. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

W odniesieniu do stosunkowo niewielkich obszarów, gdzie wystąpiły zjawiska dynamiczne w ukształtowaniu lub pokryciu terenu (powódź, katastrofa) lub jeśli w grę wchodzi aktualizacja fragmentu obszaru wcześniej realizowanego drogą tradycyjnego nalotu fotogrametrycznego, zastosowanie małej, bezzałogowej platformy lotniczej (BŚL) z umieszczoną na jej pokładzie lekką kamerą może stanowić interesującą alternatywę nie tylko dla standardowego, kosztownego i absorbującego nalotu fotogrametrycznego ale również dla geodezyjnego pomiaru bezpośredniego.

Rozważano zastosowanie rozmaitych platform lotniczych dla wymienionych celów, począwszy od tych najprostszych, amatorskich, śledząc ich zachowanie się podczas lotu, a na profesjonalnych kończąc, gdzie bardzo wysoki koszt platformy praktycznie eliminuje ją z realizacji podobnych zadań (rys.1.).



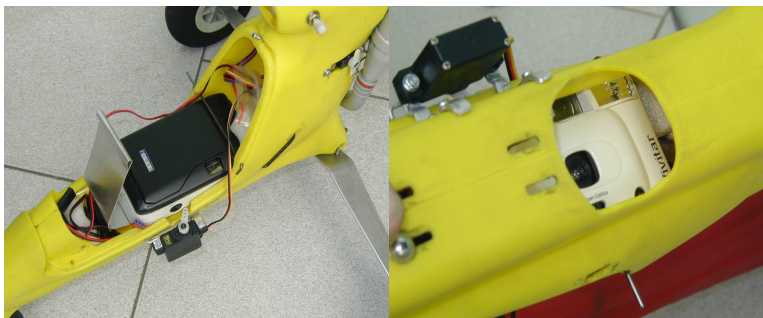
Rys.1. Przykłady rozważanych dla zastosowań fotogrametrycznych bezzałogowych platform lotniczych – BŚL (z lewej jeden z amatorskich samolotów z napędem elektrycznym, testowany przez autora do przedmiotowych badań, po prawej - amerykański SHADOW 600 o rozpiętości 5.8 m, z widoczną na zdjęciu kamerą)

Realizując lot z niskich wysokości nad terenem pozyskuje się zdjęcia w stosunkowo dużej skali (ogranicza to również wysokie wymagania techniczne dotyczące kamer), za czym idzie odpowiednia precyzja, dokładność i możliwość dokonywania lokalnych nalołów fotogrametrycznych, co znacznie obniży koszt późniejszego opracowania, jak również może mieć wpływ na zwiększenie częstotliwości aktualizacji. Wymagana jest jedynie odpowiednia precyzja sterowania lotem i wyborem ekspozycji, co można znacząco polepszyć poprzez kontrolę parametrów obrazu w czasie rzeczywistym podczas jego realizacji.

Stąd też sugestia (wynikająca z badań) potrzeby zastosowania systemu automatycznej nawigacji na bazie GPS i elektronicznych układów żyroskopowych, co pozwoli na kierowanie poprzez moduł autopilota platformą wzdłuż wcześniej wyznaczonej linii lotu (oraz zwrotu do kolejnych szeregów), przy jednoczesnym wykonywaniu zdjęć przez odpowiedniej klasy, lekki fotograficzny aparat cyfrowy. Przy takim rozwiązaniu dodatkowy podgląd ekspozycji w czasie rzeczywistym za pośrednictwem telewizji czy GSM-UMTS nie jest konieczny.

Problematykę związaną z warunkami jakie powinny spełniać bezzałogowe środki lotnicze i warunki lotu fotogrametrycznego omówiono we wcześniejszych publikacjach autora (Jankowicz, 2003; 2005).

Na rysunku 2, przedstawiono zastosowaną w badaniach małą motolotnię bezzałogową o rozpiętości 1.8 m, wyposażoną w aparat fotograficzny VIVITAR ($f=27$ mm), sterowaną przekaźnikiem drogą radiową przez operatora ze stanowiska naziemnego.



Rys. 2 . Zastosowana w badaniach mała, bezzałogowa konstrukcja lotnicza (motolotnia), wyposażona w aparat fotograficzny o stałej ogniskowej - VIVITAR, sterowany przekaźnikiem drogą radiową.

3. OPIS METODYKI BADAŃ.

Badaniom poddano jedną z miniaturowych, hybrydowych konstrukcji lotniczych - motolotnię bezzałogową - z której wykonano również serię próbnych zdjęć terenu. Testy przeprowadzono pod kątem jej przydatności dla celów fotogrametrycznych - konkretnie realizacji niskopłajowych, lokalnych nalotów w celach pozyskiwania geoinformacji o terenach, gdzie wskazana jest jej aktualizacja bądź uzupełnienie, również w miejscach występowania zjawisk dynamicznych powodujących zmiany w ukształtowaniu i pokryciu terenu.

Brano pod uwagę te parametry platformy nośnej, które mają największy wpływ na jakość obrazu pozyskanego z jej pokładu, a więc: mała prędkość przelotowa, stabilność lotu oraz niewielka podatność na podmuchy wiatru, precyzja lotu, odpowiednio duża nośność w stosunku do rozmiarów, minimalny wpływ drgań własnych platformy nośnej na system rejestracji obrazu (kamerę), niski koszt i łatwość obsługi.

Wybór małej motolotni bezzałogowej do realizacji zadań lotu fotogrametrycznego został zdeterminowany dzięki jej charakterystycznej konstrukcji, spełniającej w trakcie testów w/w parametry. Prędkość przelotowa motolotni przy zachowaniu dobrej precyzji i stabilności lotu nawet poniżej 30 km/h jest dużo niższa niż na przykład samolotu. Cechuje się ona również minimalnym wpływem drgań własnych na kamerę, dużo mniejszym niż samolot, nie wspominając już o śmigłowcu.

Przy stosunkowo niewielkim koszcie wykonania oraz odpowiednim doświadczeniu obsługi, które można nabyć już po kilku próbach - motolotnia jest stabilniejsza w locie i łatwiejsza w nawigacji niż samolot lub śmigłowiec jak twierdzą konstruktorzy i użytkownicy. W stosunku do rozmiarów (rozpiętości skrzydeł) posiada relatywnie dużą nośność, wystarczającą do przenoszenia odpowiednio dobranej lekkiej kamery z oprzyrządowaniem. Celem zabezpieczenia kamery przed uderzeniem (choćby w trakcie lądowania), wstrząsami i wibracjami, zastosowano najprostsze, amatorskie rozwiązanie - folię pneumatyczną.

Dla celów szybkiego monitorowania środowiska (w przypadku zjawisk dynamicznych, katastrof, klęsk żywiołowych), gdzie olbrzymiego znaczenia nabiera natychmiastowa rejestracja - platforma bezzałogowa, lotnicza ze względu na swój charakter, wielkość, łatwość transportu do miejsca przeznaczenia, natychmiastową gotowość do zadań operacyjnych i możliwość dotarcia do miejsc trudnodostępnych może odegrać spektakularną rolę.

Dla celów eksperymentu, wykonano według dotychczas obowiązujących zasad, plan nalotu, obejmujący teren Akademii Rolniczej przy ul. Balickiej 253 a. Parametry i projekt lotu określane są analogicznie jak w przypadku standardowych, załogowych nalotów fotogrametrycznych.

W wyniku jego realizacji pozyskano szereg zdjęć, w skali 1:1500, z których część wybrano do opracowania testowego. Przykładowe obrazy pokazane na rysunkach 3 i 4, zostały opracowane na VSD-AGH oraz fotogrametrycznej stacji cyfrowej FSC „Delta”.

Zastosowana, lekka motolotnia, o dość dużej nośności, w konkretnym przypadku o półtorametrowej rozpiętości skrzydeł - stanowi swego rodzaju konstrukcję pośrednią pod względem budowy pomiędzy samolotem a lotnią (rys. 2). W konstrukcji nośnej tej aerodynamy, umieszczono najprostszą, amatorską kamerę analogową, charakteryzującą się niewielką masą - poniżej 15 dag i relatywnie dobrymi parametrami optycznymi. Urządzenie zdalnego, mechanicznego wyzwiania migawki zostało dostosowane poprzez przekaźnik sterowany kanałem radiowym po osiągnięciu zaplanowanej, przybliżonej wysokości lotu nad terenem (obiektem). Zastosowany do wykonania zdjęć amatorski niemetryczny aparat analogowy VIVITAR posiadał obiektyw o stałej ogniskowej 27 mm i charakteryzował się brakiem znaczków tłowych. Celem wykonania orientacji wewnętrznej zdjęć przyjęto za znaczki tłowe narożniki negatywów.

Analiza zdjęć wykonanych z miniaturowej motolotni realizowana była pod kątem pozornej nieostrości wywołanej ewentualnymi drganiami lotniczej platformy nośnej, rozdzielczości pozyskanych obrazów oraz ich zniekształceń geometrycznych. Przy czym dwa ostatnie, wymienione parametry zależą zasadniczo od kamery, więc należy to wziąć pod uwagę przy ocenie przydatności lotów niskopułapowych dla opisywanych celów. Badania polegały m.in. na wizualnej ocenie negatywu oraz na analizie nieostrości obrazu (rozmazania), przy zastosowaniu mikroskopu (30x). Przy zachowaniu odpowiedniej wysokości lotu, zdjęcia nie wykazały znaczących nieprawidłowości w tym zakresie (stosunkowo duża skala zdjęć - niski pułap - przyczyniła się znacząco do spełnienia przez nich wymaganych wartości parametrów).

Pomimo zastosowania amatorskiego sprzętu fotograficznego, wpływ dystorsji obiektywu na dokładność opracowania jak i ewentualnej niepowtarzalności elementów orientacji wewnętrznej kamery okazał się niewielki, na co nie bez znaczenia miał fakt zastosowania obiektywu typu stałoogniskowego „focus-free” oraz zastosowanej technologii nalotu i jego parametrów (wysokość lotu).

Po dokonaniu orientacji absolutnej z udziałem wybranych 4 punktów osnowy wyróżniających się optymalną charakterystyką i lokalizacją pod względem fotogrametrycznym, (dot. stereopary z rys.4.), otrzymano ostatecznie:

- błędy średnie współrzędnych fotopunktów „x, y, z”: 0.0269; 0.0344; 0.0607 [m]
- błąd średniokwadratowy punktu w układzie odniesienia : 0.0520 [m].



Rys.3. Przykładowe zdjęcia otrzymane w wyniku realizacji lotu fotogrametrycznego –
dwie ostatnie stereopary opracowano niezależnie na VSD-AGH .



Rys. 4. Przykładowa, jedna z kilkudziesięciu par zdjęć niskopułapowych (w skali 1: 1500), realizowanych na terenie WIŚiG Akademii Rolniczej przy ul. Balickiej w Krakowie – opracowywane na VSD-AGH (wyniki zamieszczono poniżej) oraz FSC „Delta” (w realizacji).

Uzyskane wyniki i ocena dokładności dla współrzędnych przestrzennych czterech punktów kontrolnych (nie biorących udziału w orientacji), pomierzonych na testowych obrazach niskopułapowych przedstawia się następująco:

Nr	Współrz. z pomiaru geod.			Współrz. z pom. fotogrametr.			Różnice		
	X[m]	Y[m]	H[m]	X[m]	Y[m]	H[m]	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔH [m]
19	100,64	109,88	217,37	100,60	109,82	217,26	0,04	0,06	+0,11
21	99,02	117,51	217,22	98,96	117,56	217,14	0,06	-0,05	0,08
23	100,39	126,41	217,32	100,45	126,40	217,41	-0,06	0,01	-0,09
29	94,22	142,09	217,45	94,25	142,03	217,52	-0,03	0,06	-0,07

Średnie różnice współrzędnych wynoszą:

$$\Delta X_{\text{śr}} = \sum \Delta X / n = 0,002\text{m}$$

$$\Delta Y_{\text{śr}} = \sum \Delta Y / n = 0,020\text{m}$$

$$\Delta H_{\text{śr}} = \sum \Delta H / n = 0,007\text{m}$$

Błędy średnie współrzędnych (RMS), określające dokładność pomiaru fotogrametrycznego, wynoszą: $m_x = \pm 0,05\text{m}$; $m_y = \pm 0,05\text{m}$;

$$m_H = \pm 0,09\text{m} \text{ , (co stanowi 2,2 \% wartości wysokości lotu).}$$

Przeprowadzając analizę założono, że pomiar współrzędnych sytuacyjnych szczegółów terenowych (III grupa dokładnościowa pomiaru szczegółów terenowych) metodą biegunową wykonano z dokładnością 0,1m (według instrukcji G-4). Współrzędne uzyskane z pomiaru fotogrametrycznego mieszczą się w granicach tego błędu. Jeżeli punkty te potraktujemy jako punkty odniesienia (II grupa) to ta dokładność (0,05m) jest niewiele przekroczona.

Błąd pomiaru wysokości punktów wynosi 0,05m – przy określeniu wysokości punktów względem osnowy wysokościowej (według instrukcji G-4). Wynika stąd, że dokładność pomiaru fotogrametrycznego wysokości mieści się w granicach podwójnej wartości tego błędu. Błąd pomiaru współrzędnych sytuacyjnych metodą biegunową:

$$m_x = m_y = m_{\text{śr. pom. geod.}} = 0,1\text{m}$$

Należy podkreślić, że analiza pomiaru fotogrametrycznego była oparta tylko na 4 punktach kontrolnych. W dalszych eksperymentach, związanych z badaniem przydatności proponowanej metody dla celów praktycznych, w celu bardziej obiektywnej oceny dokładności, liczba punktów kontrolnych powinna być znacznie zwiększona.

4. WNIOSKI.

Celem niniejszego eksperymentu było stwierdzenie przydatności zdjęć z niskopłapowych lotów bezzałogowych do opracowań związanych z pozyskiwaniem lokalnej, uzupełniającej i aktualizującej informacji o terenie jak również szybkiego monitoringu środowiska dla określonych celów oraz próba nakreślenia kierunku dalszego rozwoju fotogrametrycznych lotów bezzałogowych. Zakresem pracy objęto teren testowy o powierzchni ok. 0,2 ha.

W ramach prac przystosowano platformę nośną, lotniczą dla celów fotogrametrycznych, wykonano nalot, wybrano zdjęcia i poddano je obróbce cyfrowej. Zrealizowano również pomiar bezpośredni szczegółów terenowych znajdujących się na terenie wybranego obiektu. W kolejnym etapie wykonano obliczenia współrzędnych szczegółów terenowych na autografie VSD-AGH oraz wykonywane jest opracowanie cyfrowe na FSC „Delta”.

Podsumowując, wyniki pomiaru i obliczeń stwierdzono, że różnice współrzędnych pomierzonych bezpośrednio w terenie i współrzędnych obliczonych metodą fotogrametryczną są niewielkie a różnice mieszczą się w granicach błędu pomiaru tych metod, co wskazuje na przydatność wykorzystanej metody.

Przy małej prędkości platformy (30 km/h) możliwe jest też wykonywanie zdjęć o interwałach nawet poniżej 1 sek. z aplikacją odpowiedniej klasy lekkiego cyfrowego aparatu fotograficznego; zalecana opcja to kierowanie-nawigacja wg wcześniej określonej trasy lotu poprzez miniaturowego autopilota żyro+GPS, możliwa jest też opcja dodatkowej kontroli pozyskiwanego obrazu drogą telewizyjną lub za pośrednictwem technologii GSM; przy czym nie zawsze ma ona większe znaczenie.

Założona prędkość (30-50 km/h w zależności od wysokości lotu) zapewnia pomijalnie małe rozmazanie obrazu (np. zakładając $C_k=27$ mm, $H=125$ m, nawet przy stosunkowo długim czasie ekspozycji $t=0.01$ s, wielkość plamki rozmazania nie przekracza 0.02 mm w przypadku zdjęć analogowych).

Większa manewrowość i dopasowanie wysokości lotu do określonych potrzeb stwarza optymalne warunki lotu bezzałogowego dla celów fotogrametrycznych, co stanowi niewątpliwie jego przewagę nad standardowym lotem załogowym.

Biorąc pod uwagę, że do nalotu fotogrametrycznego został użyty amatorski sprzęt tj. motolotnia bezzałogowa z zamontowanym na jej pokładzie analogowym aparatem fotograficznym uzyskane wyniki są tym bardziej zadowalające w kontekście zastosowania docelowo, wcześniej wspomnianej, odpowiedniej jakości małej kamery cyfrowej oraz zapewnienia nawigacji GPS (zastosowanie pre-programowalnego autopilota dla sterowania i kontroli lotu z elektronicznym układem żyroskopowym), które w znaczący sposób mogłyby przyczynić się do podniesienia komfortu lotu bezzałogowego, jego precyzji i doskonałości całej technologii, a nade wszystko zautomatyzować go.

Rozwiązanie takie jest istotnym udogodnieniem szczególnie podczas szybkiego monitoringu zjawisk dynamicznych, który jest przedmiotem niniejszych rozważań.

System automatycznej kontroli lotu (np. FCS-1) nazywany dalej autopilotem umożliwia automatyczną nawigację i stabilizację lotu modeli i mini-samolotów bezpilotowych wzdłuż zdefiniowanej przed lotem trasy. Zastosowanie najnowszych technologicznie elementów i podzespołów umożliwiło uzyskanie niewielkich rozmiarów i wagi autopilota. Pozwala to na zastosowanie systemu już w bardzo małych i lekkich płatawcach o wadze ok. 2 kg. Autopilot FCS-1 posiada 8 kanałów umożliwiających sterowanie taką samą ilością serwomechanizmów. 4 lub 5 z nich jest wykorzystywanych przez procedury kontroli lotu płatowca. Pozostałe kanały są do dyspozycji użytkownika i mogą być wykorzystane do wykonywania czynności dodatkowych (np. pozycjonowanie kamery TV lub aparatu fotograficznego, otwieranie spadochronu itp.). Stabilność lotu zapewnia 3-osiowy układ czujników żyroskopowych oraz dwa czujniki ciśnienia służące do pomiaru wysokości oraz prędkości względem powietrza. Funkcje nawigacyjne są realizowane z wykorzystaniem danych z odbiornika GPS połączonego z autopilotem poprzez port szeregowy. Drugi port szeregowy przeznaczony jest do komunikacji autopilota ze stacją naziemną, którą może stanowić laptop lub komputer PC. Połączenie może być realizowane drogą kablową lub przez łącze radiomodemowe. Wymiana danych między stacją naziemną i autopilotem jest realizowana za pomocą aplikacji dla stacji bazowej. Przy pomocy tej aplikacji (stworzonej dla środowiska Windows) definiuje się również trasę lotu w postaci zbioru punktów geograficznych (maksymalnie 99 punktów), wysokość i prędkość lotu a także szereg współczynników zależnych od aerodynamicznych cech płatowca.

Realizacja lotniczych zdjęć fotogrametrycznych, pozyskiwanych z niskich wysokości, przy zastosowaniu BŚL może być w szczególności wykorzystywana do aktualizacji i uzupełniania treści map, zwłaszcza na terenach gdzie zachodzą szybko duże zmiany.

Bogata różnorodność form zagospodarowania nieruchomości oraz wysoka dynamika zmian stwarza niejednokrotnie dużo problemów przy ich pomiarze metodami bezpośrednimi. Zdjęcia wykonane z niskiego pułapu takich terenów pozwalają na wierne odtworzenie na mapie wszystkich elementów zagospodarowania działki.

Zaletą tej metody w porównaniu z metodami bezpośrednimi niewątpliwie jest szybkość z jaką można pozyskać potrzebne dane. Pomyślny wynik testu potwierdził przydatność badanych obrazów dla celów szybkiego pozyskiwania geoinformacji, również, w przypadku zjawisk dynamicznych.

Realizacja lotniczych obrazów pozyskiwanych z małych wysokości, przy zastosowaniu bezzałogowych, platform lotniczych, wykorzystaniu lekkich kamer (szczególnie cyfrowych), również wspomaganych przez nowoczesne systemy autonawigacji żyro+GPS może mieć charakter uzupełniający oraz stanowić interesującą alternatywę dla pozyskiwania geoinformacji i monitoringu - w odniesieniu do innych metod, nie tylko fotogrametrycznych i teledetekcyjnych ale także bezpośrednich pomiarów geodezyjnych.

LITERATURA:

Aber J. 2002. "Unmanned small-format aerial photography from kites for acquiring large-scale, high-resolution, multiview "– angle imagery. Earth Science Dept. – Emporia State University, Emporia, Kansas 66801 USA. IV ISPRS, Com. I/FIEOS 2002.

- Jankowicz B. 2003. Ocena przydatności niskopułapowych lotów bezzałogowych dla pozyskiwania geoinformacji metodami fotogrametrycznymi. *Gieodezja, kartografia i aerofotoznimanja* No 63. Lwów, s.129-134.
- Jankowicz B. 2005. Ocena przydatności obrazów lotniczych, niskopułapowych powierzchni ziemi dla uzupełnienia i aktualizacji treści mapy obszarów wiejskich. *Gieodezja, kartografia i aerofotoznimanja* No 66. Lwów, s.168-174.
- Pyka K., 2005. Ortofoto dla odważnych. *Geodeta* 7/2005, s. 14-18.
- Tokarczyk R., Boroń A. 2000. Badanie cyfrowych aparatów fotograficznych dla zastosowań fotogrametrycznych. *Archiwum Fotogrametrii Kartografii i Teledetekcji*. Vol.10,2000 s.63 - 1-10.

ANALYSIS OF UNMANNED AIR LOW-HEIGHT PHOTOGRAMMETRIC FLIGHTS FOR QUICK COLLECTION OF GEOINFORMATION

KEY WORDS: low-height flies imagery; unmanned air vehicles.

SUMMARY: Development of air-technology, data communications and remote sensing involves the interest in applications of small Crewless Air Vehicles (CAV) in different subjects of economy. Hence, the idea of the application of low-altitude images (taken from heights below 200 m) from crewless air vehicles for quick geoinformation update of local (small) areas by photogrammetric methods.

Dr inż. Bogdan Jankowicz
e-mail: rmjankow@cyf-kr.edu.pl
tel. 12 6624504