



KONTROLA UPRAW ROLNYCH Z WYKORZYSTANIEM BEZZAŁOGOWYCH SYSTEMÓW LATAJĄCYCH (UAS)

Józef Sanecki¹, Jan Konieczny², Andrzej Klewski¹, Grzegorz Stępień¹, Piotr Wolejsza¹, Krzysztof Konieczny³, Krzysztof Beczkowski¹.

¹ Akademia Morska w Szczecinie,

² Collegium Mazovia – Innowacyjna Szkoła Wyższa w Siedlcach, ³ ECOGIS

CONTROLL OF AGRICULTURE CROPS USING UNMANNED AERIAL SYSTEMS (UAS)

Streszczenie

Obecnie kontrola dopłat bezpośrednich do rolnictwa dotyczy weryfikacji wielkości upraw oraz zachowania odpowiedniej kultury rolnej. Wielkość upraw, określana jest przy użyciu ortofotomapy o niskiej stosunkowo rozdzielczości, odzwierciedlającej stan sprzed kilku lub kilkunastu miesięcy, a nawet lat. Permanentne żądania Komisji Europejskiej dotyczące zwrotu środków przeznaczonych na dopłaty do polskiego rolnictwa, wskazują że stosowane dotychczas metody i procedury kontrolne są niewystarczające. Celem publikacji jest zaprezentowanie optymalnej metodyki kontroli wniosków dotyczących dopłat bezpośrednich do rolnictwa, w oparciu o dane teledetekcyjne i geodezyjne. Dzięki opisanej metodyce możliwa będzie budowa skutecznego i dającego jednoznaczne wyniki systemu kontroli dopłat, budowa i zastosowanie kluczy interpretacyjnych oraz wzorców porównawczych i systemu eksperckiego do analizy danych. Umożliwi to szybką identyfikację i opis techniczny upraw, z uwzględnieniem wielkości i stopnia ich utrzymania. Będzie to możliwe również dzięki wykorzystaniu danych obrazowych z Bezzałogowych Systemów Powietrznych (Latających).

Słowa kluczowe: dopłaty bezpośrednie, weryfikacja upraw, dane teledetekcyjne, UAS.

Summary

Currently, the control of supplement payment to agriculture concerns on verification of size of agriculture crops, proceeding of suitable agricultural culture. The size of tillages is defining using low resolution orthophotomap according state of terrain before months (even years). Permanent demands of European Committee Union relating repayment of supplement money for polish agriculture, show that the method applied so far and the supervisory procedures are insufficient. The aim of the article is to present the optimum control methodology of applications relating direct supplement payment to agriculture, on the basis of remote sensing and geodetic data. Thanks to the presented methodology, an effective and giving the unambiguous results control system will be possible to construct. Building and application of interpretative keys as well as the comparative patterns in expertise system for data analysis, will enable the quick identification and the technical description of the crop area. It will be possible by applying of Unmanned Aerial Systems (UAS) imageries.

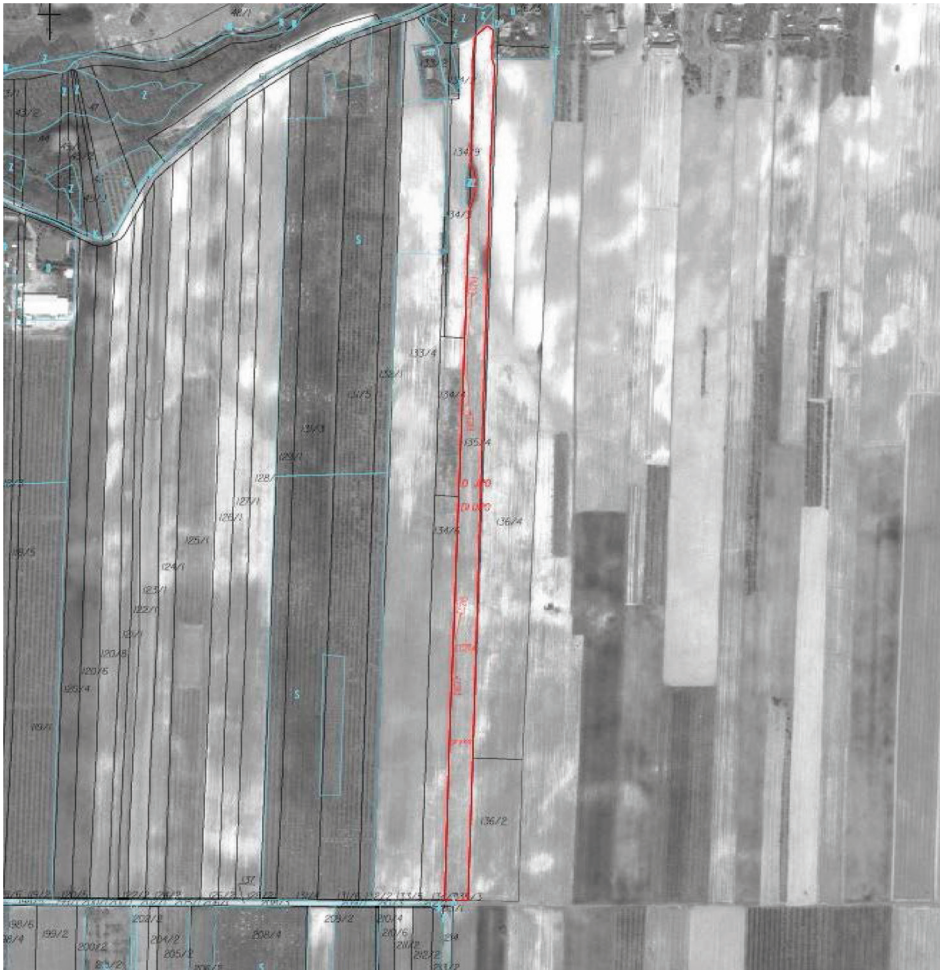
Key words: *supplement payment to agriculture, verification of agriculture crops, remote sensing data, UAS.*

WSTĘP

Restrykcje Komisji Europejskiej dotyczące zwrotu części środków przeznaczonych na dopłaty do polskich upraw rolnych potwierdziły, że stosowane dotychczas metody i procedury kontroli dopłat bezpośrednich są niewystarczające. Jednocześnie Polska jest liderem w Unii Europejskiej w zakresie liczby składanych wniosków o dopłaty bezpośrednie (ponad milion rocznie) i z tego tytułu otrzymuje dotację na poziomie ok. 3 mld. zł.

W publikacji zaprezentowano optymalną metodykę kontroli wniosków dotyczących dopłat bezpośrednich do rolnictwa, w oparciu o dane teledetekcyjne (geodezyjne i fotogrametryczne), pozyskiwane z bezzałogowych systemów latających (UAS – Unmanned Aerial System). Dzięki przedstawionej metodycy, możliwe będzie zbudowanie skutecznego i jednoznacznego systemu kontroli dopłat.

Dane geoprzestrzenne pozyskiwane z UAS i klucze interpretacyjne pozwalają jednoznacznie określić wielkość, rodzaj i stan upraw. Pozwoli to uniknąć lub znacznie ograniczyć cykliczne żądania Komisji Europejskiej (KE) dotyczące zwrotu przyznanych środków oraz posądzeń o ewentualną nieuczciwość wnioskodawców.



Rysunek 1. Satelitarna ortofotomapa do kontroli terenowej w 2012 roku.

Figure 1. Satellite orthophotomap to terrain control in 2012 year.

PROBLEMATYKA KONTROLI DOPLĄT

Kontrola dopłat bezpośrednich do rolnictwa w ramach unijnego wsparcia wspólnej polityki rolnej dotyczy wielkości upraw oraz zachowania odpowiedniej kultury rolnej. Wielkość gospodarstwa określana jest na ogół przy użyciu ortofotomapy satelitarnej o rozdzielczości przestrzennej 0,50 – 1,00 m. Użycie

materiału o takiej rozdzielczości, odzwierciedlającego stan sprzed kilku lub kilkunastu miesięcy rodzi pewnego rodzaju niejednoznaczności. Pierwsza trudność dotyczy oceny użytkowania terenu, którą trudno potwierdzić na obrazach o tak niskiej rozdzielczości.

Obecnie odchodzi się od kontroli upraw na ortofotomapie satelitarnej na rzecz zdjęć lotniczych. Zdjęcia lotnicze charakteryzuje wyższa rozdzielczość przestrzenna 0,10 – 0,50 m, ale jednocześnie na ogół niższa rozdzielczość spektralna i liczba kanałów spektralnych, a w przypadku zdjęć analogowych także niższa rozdzielczość radiometryczna.

Dodatkowo zdjęcia nie są pozyskiwane na bieżąco i ocena dotyczy stanu przeszłego, a nie teraźniejszego (bieżącego). Terminy pozyskania zdjęć oraz oceny dla zobrazowań satelitarnych są przypadkowe, bowiem zależą od przypadkowego przejścia satelity nad dokumentowanym obszarem, a nie od potrzeby oceny stanu roślinności wtedy, gdy powinien on być poddany udokumentowanej ocenie. W przypadku zdjęć lotniczych obrazy najczęściej pozyskiwane są na wiosnę ponieważ wszelkie uprawy ozime i łąki są wtedy zielone, a uprawy jare; ziemniaki, buraki itp. są sfotografowane w kolorze brązowym (gleba odkryta) (Pyka K., Świerczek P. 2000). Proponuje się pozyskiwanie zdjęć także w czasie tzw. kontroli na miejscu (kontrola w terenie). Zdjęcia takie można pozyskać z wykorzystaniem Bezzałogowych Systemów Latających, co będzie mieć szczególne zalety przy kontroli terenów trudnodostępnych (zabagnionych, o utrudnionym podejściu itp.)

Częstymi przypadkami, niemożliwymi do wykrycia na pozyskiwanych jednorazowo zobrazowaniach o rozdzielczości 0,10 m, są oszustwa użytkowników (np. przycinanie gałęzi sadów w okresie składania wniosku lub jego kontroli), polegające na: utrzymaniu pozornej lub doraźnej kultury rolnej, nie zbieraniu plonów i zgłaszaniu tej samej działki rolnej do dopłaty ponownie w kolejnym roku.

Druga trudność, o nie mniejszej wadze, dotyczy określenia wielkości uprawianego terenu. Oba te elementy, a zwłaszcza kontrola odpowiedniej kultury rolnej sprawiają, że przy obecnych procedurach w bardzo wielu przypadkach, w celu weryfikacji prawidłowości wniosku, niezbędna jest kontrola na miejscu. Kontrola jednorazowa, przypada na moment weryfikacji wniosku i rolnicy najczęściej są do niej przygotowani. Obecnie stosowane kontrole wykonywane są metodami łączonymi, kameralną z użyciem ortofotomap i terenową związaną z weryfikacją danych niepewnych lub niejednoznacznych. Ze względu na zbyt niską rozdzielczość przestrzenną i czasową stosowanych zobrazowań, brak kluczy interpretacyjnych upraw na stosowanych zobrazowaniach, a także jednorazowe wizytacje terenowe, stosowany obecnie system kontroli jest niepełny.

PROBLEMY BADAWCZE

Realizacja postawionego celu wymaga odpowiedzi na problemy badawcze sformułowane poniżej:

1. Co powinno podlegać kontroli we wnioskach o dopłaty bezpośrednie do rolnictwa?
2. Jakiego rodzaju nieprawidłowości są przyczyną cofania dopłat do polskiego rolnictwa?
3. Jakie możliwości detekcji, identyfikacji i opisu upraw dają jednoznaczne dane geo – przestrzenne pozyskiwane z Bezzałogowych Systemów Latających?
4. Jak wykorzystać zestaw danych geoprzestrzennych (obrazowych) by zbudować optymalny system kontroli wniosków o dopłaty?

Pierwszy problem badawczy dotyczy analizy wymagań w stosunku do systemu kontrolnego. Drugi problem związany jest z identyfikacją niedostatków procesów kontrolnych, a także uchybień i zaniechań wnioskodawców. Znajomość odpowiedzi na dwa pierwsze pytania wskaże drogi poszukiwań odpowiedniego zestawu danych i narzędzi, dzięki którym możliwe będzie zniwelowanie lub całkowite usunięcie zidentyfikowanych nieprawidłowości. Odpowiedź na pytanie czwarte, to w istocie informacja: jak wykorzystać dane geoprzestrzenne i z jakiego zestawu danych korzystać, by stworzyć odpowiedni system kontroli.

METODYKA BUDOWY OPTYMALNEGO ROZWIĄZANIA

Aby zrealizować cel i znaleźć optymalną metodykę rozwiązania problemów opracowano poniższą metodę, dzieląc ją na etapy:

1. Identyfikacja celu i przedmiotu kontroli.
2. Określenie źródeł zasilania systemu.
3. Pozyskanie danych testowych.
4. Analiza danych.
5. Opracowanie kluczy interpretacyjnych i wzorców porównawczych.
6. Weryfikacja terenowa otrzymanych wyników.
7. Analiza otrzymanych wyników.
8. Opracowanie optymalnego rozwiązania (budowa systemu eksperckiego).
9. Ocena przeprowadzonych prac.

Powyższa metoda bierze swój początek w określeniu celu i przedmiotu kontroli. Kolejnym elementem jest określenie źródeł zasilania systemu. Wstępna analiza wskazuje na to, że powinny być to źródła:

- w zakresie danych obrazowych – dane wysokorozdzielcze, wielospektralne o wysokiej rozdzielczości radiometrycznej (właściwej zobrazowaniu satelitarnym) oraz o terenowej rozdzielczości przestrzennej 5 – 10 centymetrów;
- w zakresie modeli wysokościowych – dane o dokładności wysokościowej, nie mniejszej niż 0,1 m.

Pozyskane dane o tak wysokiej rozdzielczości przestrzennej i radiometrycznej powinny zostać przetworzone do postaci metrycznej – ortofotomapy, na której możliwe będzie dokonanie pomiarów. Dane tego typu mogą zostać pozyskane z Bezzałogowych Systemów Latających, a następnie poprzez poddanie ich kolejnym przetworzeniom, m.in. poprzez aerotriangulację, ortorektyfikację i georeferencję otrzymamy w pełni metryczny materiał. Do testowania przetworzonych danych wykorzystane powinny zostać dodatkowo pomiary terenowe, technikami geodezyjnymi oraz dodatkowe dane w postaci skaningu laserowego o gęstości chmury punktów $\geq 6/m^2$, a także zobrazowania radarowe. Analiza pozyskanych danych dotyczy: dokładności, związanej z błędami położenia punktów oraz możliwości interpretacyjnych i zakresu informacyjnego (rozdzielczości informacyjnej) tych danych.

Kolejny etap związany jest z opracowaniem klucza interpretacyjnego. Obecnie stosowany klucz dla danych w zakresie optycznym sprowadza się głównie do tego, że uprawy jare fotografują się na brązowo, a ozime na zielono. W analizie terenów rolniczych wykorzystywane są również indeksy wegetacyjne (spektralne). Służą one do ilościowej i jakościowej oceny stanu roślinności, a także do korekty obrazów pod względem radiometrycznym, ze względu na wpływ rzeźby terenu, atmosfery lub różnego oświetlenia. Indeksy wegetacyjne, jako mierniki ilościowe mogą być stosowane do określania stanu (jakości) i biomasy roślin zielonych (Adamczyk J., Będkowski K. 2007). Pierwsze udane próby pozyskania danych z UAS oraz ich dalszej analizy za pomocą indeksów wegetacyjnych zostały nagrodzone na Międzynarodowych Targach w Poznaniu 2 lutego 2014 r. Zaprezentowany system Agro-Observator to system, za pomocą którego metodami teledetekcyjnymi można w krótkim czasie uzyskać informacje na temat kondycji upraw podczas wegetacji i szkodach w uprawach spowodowanych, m. in. gradobiciem, huraganem, powodzią. Nagrodzony złotym medalem system umożliwia sprawne i dokładne pozyskanie informacji o stanie odżywienia roślin według indeksów wegetacyjnych. Informacje są rejestrowane za pomocą dwóch aparatów. Jeden rejestruje stan upraw w zakresie światła widzialnego, drugi w zakresie multispektralnym (w paśmie zielonym, czerwonym oraz w bliskiej podczerwieni) z rozdzielczością 3,2 Mpix. Używane do tych celów aparaty powinny być podwieszane na UAS wyposażonym np. w specjalnie stabilizowaną głowicę do celów pomiarowych (www.geoforum.pl dostęp na dzień 19.03.2014).

W niniejszej publikacji proponuje się wykorzystanie klucza interpretacyjnego zbudowanego w oparciu o znacznie rozszerzone kryteria. Do tego celu powinny być wykorzystane wielospektralne zobrazowania z kilkucentymetrową rozdzielczością przestrzenną i wysoką rozdzielczością radiometryczną oraz mogą być wykorzystani eksperci z zakresu rolnictwa, którzy będą wspomagać zespół w trakcie opracowywania kluczy.

Klasyczny proces interpretacji obrazów polega na wykryciu obiektów na zdjęciu, poprzez identyfikację ich atrybutów zewnętrznych – kształtu, wielkości, tekstury, tonu, barwy, cienia, określeniu ich położenia, a następnie szczegółowej identyfikacji. Analizie poddawane jest również otoczenie obiektu oraz powiązanie właściwości odbiciowych poszczególnych upraw z wartościami pikseli zarejestrowanymi na obrazach w poszczególnych kanałach spektralnych. Otrzymane wyniki są uzupełniane wiedzą eksperta i weryfikowane w terenie (Sanecki J., Klewski A., Stępień G. i in. 2013). Tak skonstruowany klucz pozwoli na jednoznaczne zaklasyfikowanie obszaru zdjęcia (zbioru pikseli) do konkretnej uprawy, określenie jej stanu utrzymania oraz wielkości badanego obszaru. Analiza otrzymanych wyników umożliwi zbudowanie systemu kontroli w oparciu o rozwiązanie optymalne, a także zautomatyzowanie procesu identyfikacji upraw.

BEZZAŁOGOWE SYSTEMY LATAJACE (UAS)

W ostatnich latach obserwuje się zintensyfikowanie prób wykorzystania UAS do różnych celów pomiarowych, do których na ogół stosowane są tańsze kamery niometryczne. Wykorzystanie kamer niometrycznych daje w pełni zadowalające rezultaty. Greive A., Gehrke R., Spreckles V. i inni (2012) podają, że otrzymane przez nich wyniki aerotriangulacji z wykorzystaniem obrazów z UAS dały błędy średnie $m_x = 0,01$ m, $m_y = 0,01$ m oraz $m_z = 0,03$ m. Autorzy analizowali zobrazowania z robokoptera (UAS) firmy Air Rotor Media. Konieczny J. (2013) przedstawia natomiast możliwości fotogrametrycznego opracowania pozyskanych obrazów w sposób zautomatyzowany z wykorzystaniem szwajcarskiego oprogramowania PiX4D. Otrzymanie w pełni metrycznego produktu w postaci ortofotomapy, możliwe jest w ciągu zaledwie jednej godziny.

Powyższe, zadowalające rezultaty, będą możliwe w przypadku uwzględnienia kilku warunków:

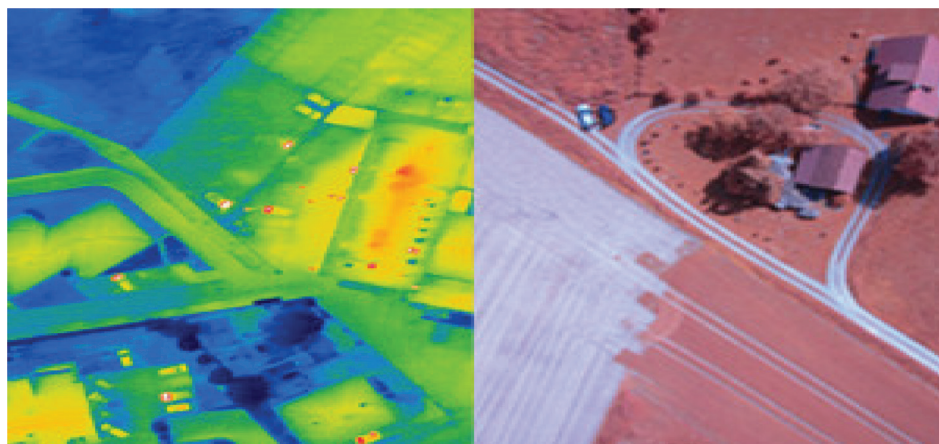
- zdjęcia wykonane z UAS muszą mieć rejestrowane elementy orientacji przestrzennej
- wskazane jest, aby system był wyposażony w kamerę o wysokiej rozdzielczości (piksel wielkości kilku μm), najlepiej dedykowaną do danego rozwiązania (UAS);
- do przetwarzania danych niezbędne jest zaawansowane oprogramowanie fotogrametryczne.

Przykładowym rozwiązaniem oprogramowanego systemu UAS, umożliwiającego programowanie lotu fotogrametrycznego jest model LA300 francuskiej firmy Lehman Aviation, który oprogramowany jest ze smartfonem Nokia Lumia1020 o matrycy 41 Mpix i tabletem z systemem operacyjnym Windows 8.



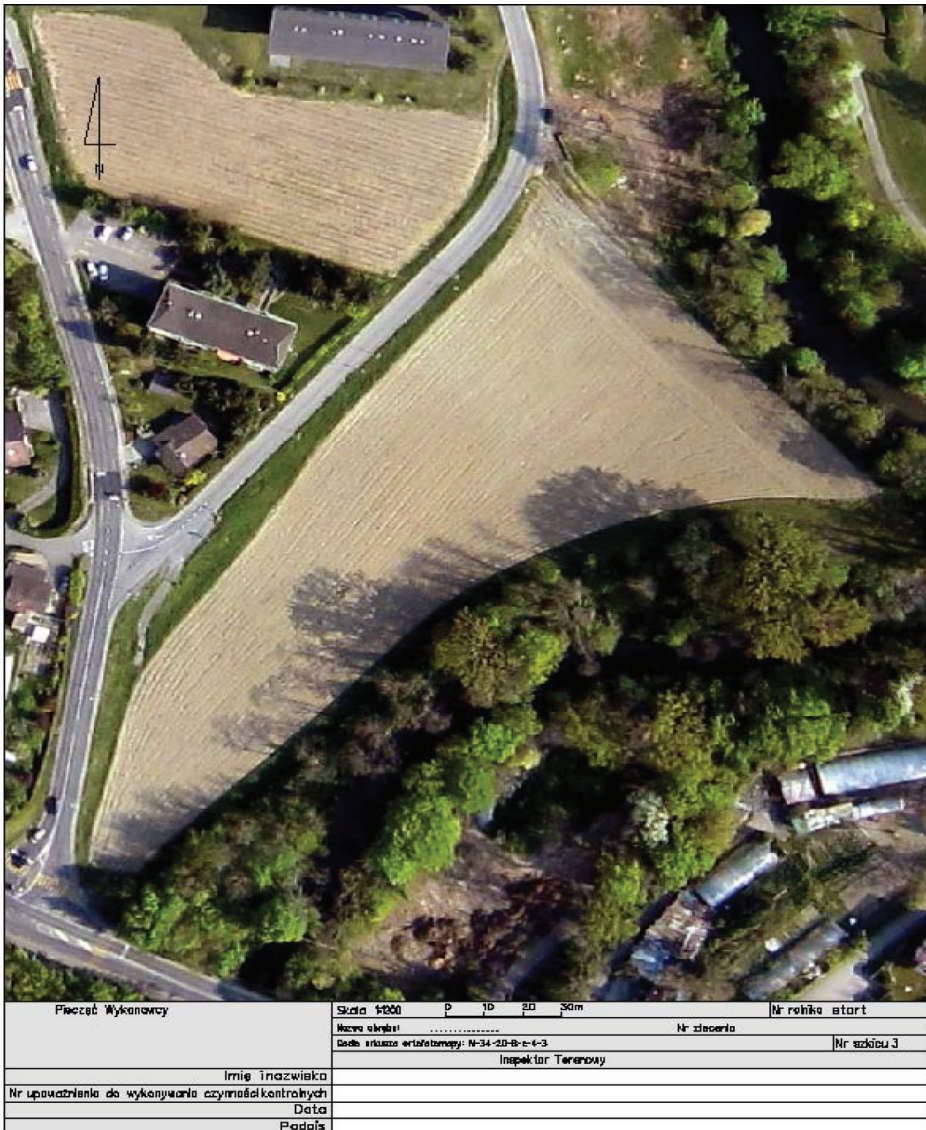
źródło: <http://www.lehmannaviation.com/la/la300.php>, dostęp 15.01.2014
source: <http://www.lehmannaviation.com/la/la300.php>, access on 15.01.2014

Rysunek 2. Bezzałogowy System Latający LA 300 z kamerą i tabletem
Figure 2. Unmanned Aerial System LA 300 with camera and tablet



źródło: www.pix4d.com, dostęp 15.06.2013
source: www.pix4d.com, access on 15.06.2013

Rysunek 3. Przykład zdjęć termalnych i wielospektralnych pozyskanych z UAS
Figure 3. The example of thermal and multispectral images from UAS



Rysunek 4. Przykład szkicu kontrolnego w skali 1:1200 na bazie zdjęcia z UAS.

Figure 4. The example of control outline on the basis of UAS image.

Wstępne badania i obliczenia wykazały, że za pomocą zobrazowań, ortofotomapy 2D, Numerycznego Modelu Powierzchni Terenu (DSM), pozyskanych z ultra nowoczesnych i autonomicznych bezałogowych systemów lot-

nicznych pomiarowych, możliwe jest pozyskanie zobrazowań o rozdzielczości przestrzennej 0,03-0,10 m i dokładności położenia punktów na poziomie kilku pikseli terenowych obrazu. Wartości te, w połączeniu z wysoką rozdzielczością radiometryczną, spektralną i czasową zobrazowań umożliwią opracowanie dokładnych modeli wysokościowych. Opracowanie modeli 4D, z wykorzystaniem parametrów paralaksy czasowej, umożliwi także pomiar przyrostu zakontraktowanych płodów rolnych, a także precyzyjny pomiar mikrofotogrametrycznych rozmiarów szkód, spowodowanych różnego rodzaju klęskami żywiołowymi, jak powódź, pożar, gradobicie, itp. Oczywiście możliwe jest także wykrycie wszelkiego rodzaju nadużyć rolników w deklaracjach rodzajów upraw.

Modele wysokościowe oraz wysoka rozdzielczość zobrazowań umożliwią precyzyjną ocenę i weryfikację stanu upraw, m. in. możliwe będzie rozstrzygnięcie niejasności czy zboże nie wyrosło, czy też są to nie zebrane plony z ubiegłego roku, a także czy prowadzono właściwą pielęgnację sadu przez cały rok. Pozyskanie precyzyjnych danych, dokumentujących określony stan upraw rolnych, umożliwi wykonywanie szczegółowej analizy zmian i stwierdzenie aktywności rolniczej wnioskodawców, np. czy zboże faktycznie rosło lub czy pielęgnacja sadu była jednorazowa. Niezależnie od tradycyjnej technologii rejestracji obrazowej w kolorach naturalnych RGB, opracowana metodyka przewiduje także prowadzenie badań z użyciem cyfrowych wielospektralnych, zobrazowań terenów upraw rolnych a także na zbiorach cyfrowych zdjęć mikro-fotogrametrycznych termalnych i w bliskiej podczerwieni.

Te ostatnie mają szczególnie cenne walory przy rozpoznawaniu i dokumentowaniu skutków klęsk żywiołowych oraz szacowaniu wysokości odszkodowań. Uzbrojone w odpowiednie klucze interpretacyjne są w stanie dostarczyć informacji i danych niemożliwych do uzyskania żadną inną metodą.

WNIOSKI

Podstawą do realizacji kontroli, w ramach zaproponowanego rozwiązania, są dane obrazowe pozyskane za pomocą Mikrofotogrametrycznych Bezzałogowych Systemów Powietrznych (MBSP/UAS), uzupełnione ewentualnie danymi ze skaningu laserowego, zobrazowań radarowych, a także bezpośrednich pomiarów geodezyjnych.

Na podstawie zgromadzonych aktualnych danych o bardzo wysokiej rozdzielczości przestrzennej (0,03-0,10 m) możliwe jest kilkunastokrotne zwiększenie dokładności w stosunku do aktualnie stosowanych metod kontrolnych. Poprzez opracowanie kluczy interpretacyjnych i ich implementację do systemu eksperckiego, możliwa będzie automatyzacja procesów kontrolnych.

Efektom realizacji opracowanej metodyki, może być skuteczny i dający jednoznaczne wyniki, system kontroli. Wdrożenie skutecznych mechanizmów kontrolnych wpłynie korzystnie na podniesie poziomu wykorzystania środków unijnych przeznaczonych dla poszczególnych polskich rolników. Zdaniem autorów będzie to miało również korzystny wpływ na jakość upraw i podniesie świadomość rolników w tym zakresie. Związane to jest także z zastosowaniem najnowszych technik obrazowania terenu oraz nowatorskiego podejścia do budowy systemu kontrolnego.

Przez takie podejście należy się spodziewać wyeliminowania lub znaczącego ograniczenia nieprawidłowości kontrolnych i pełniejszego lub całkowitego wykorzystanie przyznanych przez KE środków pieniężnych.

Realizacja systemu kontrolnego na podstawie zaproponowanej metodyki w szczególności umożliwi:

- podniesienie w Polsce kultury rolnej i stanu utrzymania upraw;
- stworzenie mechanizmów kontrolnych w oparciu o aktualne możliwości techniczne pozyskiwania zobrazowań wysokorozdzielczych;
- stworzenie kluczy interpretacyjnych i wzorców porównawczych dotyczących identyfikacji rodzaju i stanu upraw oraz ich praktyczne zastosowanie;
- automatyzację procesów kontrolnych za pomocą systemów eksperckich.

LITERATURA

- Adamczyk J. Będkowski K. (2007). *Metody cyfrowe w teledetekcji*. Warszawa, Wydawnictwo SGGW.
- Ciołkosz A., Misztalski J., Olędzki J. (1999). *Interpretacja zdjęć lotniczych*. Warszawa, PWN.
- Greiwea A. Gehrkea R., Spreckelsb V. Schlienkampb A. *Aspects of DEM generation from UAS imagery*. (2013). International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2UAV-g2013, Rostock, Germany
- Konieczny J. *Ortofotomapa w 60 minut*. (2013). Magazyn geoinformacyjny GEODETA, Warszawa.
- Maj K., Pabisiak P., Stępień G., Wysota R. (2007). Detekcja a identyfikacja od wykrywania do analizy technicznej. Magazyn geoinformacyjny GEODETA, Warszawa.
- Pyka K., Świerczek P. (2000). *Orotofoto dla odważnych*. Magazyn geoinformacyjny GEODETA, Warszawa.
- Sanecki J., Klewski A., Bauer R., Stępień G., Maj K., Pabisiak P. (2012). *Wykorzystanie danych teledetekcyjnych w analizie terenów trudnodostępnych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Nr 283 (zeszyt 59 (nr 1/2012/II)), Rzeszów.
- Sanecki J. (red., praca zbiorowa) (2006). *Teledetekcja pozyskiwanie danych*. Warszawa, WNT.

Sanecki J., Klewski A., Jakubiuk S., Pokonieczny K., Stępień G. (2013) *Analiza infrastruktury krytycznej z wykorzystaniem wysokorozdzielczych danych obrazowych*. Zeszyty Naukowe Polskiej Akademii Nauk, Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, ISSN 1732-5587 nr /II str. – 159-170, 2013 r.

Sitek Z. (2000). *Wprowadzenie do teledetekcji lotniczej i satelitarnej*. Kraków, AGH.
<http://geoforum.pl/?page=news&id=16875&link=rolnicza-teledetekcja-nagrodzona&menu=46816,46853> (dostęp na dzień 19.03.2014r.).

prof. dr hab. inż. Józef Sanecki
dr hab. inż. Andrzej Klewski, prof. AM
dr inż. Grzegorz Stępień
dr inż. Piotr Wołęjsza
mgr inż. Krzysztof Beczkowski
Akademia Morska w Szczecinie, ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin
ig@am.szczecin.pl tel. 91 4877177

dr hab. inż. Jan Konieczny
Collegium Mazovia – Innowacyjna Szkoła Wyższa, ul. Sokołowska 161, 08-110
Siedlce.
jan.konieczny@ecogis.pl tel. 22 6492555

mgr inż. Krzysztof Konieczny
ECOGIS ul. Jana Sengera „Cichego” 3/21, 02-790 Warszawa.
krzysztof.konieczny@ecogis.pl tel.22 6492555