

**PORÓWNANIE DOKŁADNOŚCI METODY „FOTO”
Z AUTOMATYCZNĄ ANALIZĄ DANYCH LOTNICZEGO SKANINGU
LASEROWEGO DLA CELÓW KONTROLI DOPLAT BEZPOŚREDNICH***

**COMPARISON OF THE ACCURACY OF THE “PHOTO” CHECK METHOD
WITH AUTOMATIC ANALYSIS BASED ON ALS DATA FOR DIRECT
CONTROL OF SUBSIDY PAYMENT**

Piotr Wężyk, Marta Szostak, Piotr Tompalski

Laboratorium GIS i Teledetekcji, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

SŁOWA KLUCZOWE: dopłaty bezpośrednie, metoda „Foto”, ortofotoobrazy, lotniczy skaningu laserowy (ALS)

STRESZCZENIE: Około 1.5 mln producentów rolnych w Polsce składa co roku wnioski o dopłaty bezpośrednie z funduszy UE. Mechanizmy zarządzania i kontroli dopłat bezpośrednich opierają się w dużej mierze na wykorzystaniu technologii geoinformatycznych będących częścią systemu IACS. Kontrola wniosków, tzw. kontrola „na miejscu” realizowana jest dwoma metodami, tj.: inspekcji terenowej lub „Foto”. Obie bazują na danych z LPIS (System Identyfikacji Działek Rolnych). W 2008 roku ok. 107 tys. gospodarstw skontrolowano metodą „Foto” w oparciu o ortofotobrazy satelitarne lub lotnicze. Najwięcej nieprawidłowości (ok. 19%) wykazano dla województwa dolnośląskiego. Badania opisane w niniejszym artykule dotyczą obszaru testowego w powiecie Miłicz (obręb ewidencyjny Pracze; woj. dolnośląskie). W roku 2007 przeprowadzono dla tego obszaru lotniczy skaningu laserowy (ALS) oraz wygenerowano ortofotografię w oparciu o zdjęcia cyfrowe VEXCEL. Pole testowe objęło 68 działek ewidencyjnych (EGiB) o łącznej powierzchni 68.57 ha, składającej się łącznie z 13 klas użytków gruntowych. Według danych EGiB z 2009 roku, użytek Ls zajmował 5.77 ha (14.10%) obszaru testowego. W oparciu o ortofotografię lotniczą (kompozycja RGB; piksel 15 cm) oraz wektor działek EGiB, operator wektoryzował obszary podlegające sukcesji leśnej, które nie podlegają dopłatom bezpośrednim. Wyniki prac wskazują, iż użytek Ls zajmuje w rzeczywistości obszar 19.04 ha, czyli ponad 3 razy więcej niż wykazał EGiB. Równoległe wykonano analizy przestrzenne GIS bazujące na znormalizowanym Numerycznym Modelu Powierzchni Terenu (zNMPT) wygenerowanym w oparciu o chmurę punktów lotniczego skaningu laserowego. Testowano 3 warianty zNMPT, tj. powyżej progu: 1 m, 2 m oraz 3 m nad gruntem, reprezentujące wysokości roślinności. Automatyczne przetwarzanie było możliwe dzięki przygotowaniu odpowiedniego modelu w aplikacji ArcGIS (ESRI). Wyniki wskazują, iż obszary pokryte roślinnością o wysokości powyżej 1 m zajmują 19.84 ha (48.5%). Niewielka różnica powierzchni lasu

(0.8 ha) dla modelu zNMPT >1 m, w stosunku do metody „Foto”, wynika z problemów generowania ortoobrazów w oparciu o NMT. Automatyczna kontrola bazująca na klasyfikacji obrazów lotniczych czy satelitarnych wsparta informacją o wysokości obiektów (zNMPT), wydaje się być wręcz koniecznością w kontekście cyklicznego procesu monitoringu i kontroli obszarów rolniczych w Polsce.

1. WPROWADZENIE

Dopłaty bezpośrednie dla rolników udzielane w ramach Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej obejmują w Polsce co roku około 1.5 miliona gospodarstw. Przepisy KE zakładają, że minimum 5% gospodarstw, ubiegających się o przyznanie płatności obszarowych, musi zostać objęte tzw. kontrolą „na miejscu” (ang. *Rapid Field Visit*; RFV). Nasilenie kontroli w roku następnym dotyczy powiatów, w których stwierdzono istotne nieprawidłowości. Kontrole przeprowadzane są przez odpowiednio przeszkolonych inspektorów terenowych działających na zlecenie Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR). Celem kontroli „na miejscu” jest weryfikacja danych zadeklarowanych przez producenta rolnego we wniosku, ze stanem faktycznym, a tym samym zapewnienie prawidłowego wykorzystania przyznaných środków finansowych.

W myśl Ustawy o płatnościach bezpośrednich do gruntów rolnych (Ustawa, 2004) do płatności bezpośrednich uprawnione są gospodarstwa posiadające minimalną powierzchnię użytków rolnych co najmniej 1.0 ha, składające się z działek rolnych (zwały obszar gruntu, na którym jeden producent rolny prowadzi jedną grupę upraw), których powierzchnia wynosi co najmniej 0.1 ha. Celem kontroli jest: ustalenie granic i powierzchni działki rolnej, zweryfikowanie zadeklarowanej grupy upraw na danej działce rolnej oraz jednoznaczna decyzja, czy obszar zgłaszany był utrzymywany w tzw. dobrej kulturze rolnej (ang. *Good Agricultural and Environmental Condition*; GAEC) na dzień 30 czerwca. Mechanizmy zarządzania i kontroli subsydiów UE przeznaczanych na rolnictwo opierają się w dużej mierze na wykorzystaniu technologii geoinformatycznych w całym zintegrowanym systemie IACS. Kontrola wniosków w ramach płatności bezpośrednich do gruntów realizowana jest dwoma metodami, tj.: inspekcji terenowej, najczęściej prowadzonej z wykorzystaniem technologii GPS lub tzw. metody „Foto”. Kontrole takie przeprowadzane są w miarę równomiernie we wszystkich województwach. Zgodnie z danymi ARMiR (Agencja, 2009) w roku 2008 przeprowadzono kontrole w około 100 tys. gospodarstw, w tym 79% gospodarstw podlegało kontroli metodą inspekcji terenowej, a 21% zweryfikowano metodą „Foto”. Najwięcej kontroli zostało przeprowadzonych w województwach: mazowieckim, świętokrzyskim i małopolskim, natomiast najmniejsza liczba kontroli przypadła na województwa: lubuskie i opolskie. Poziom nieprawidłowości przekraczający 3% powierzchni deklarowanej, w skali kraju, w roku 2008 wyniósł ok. 14.3%. Najwięcej gospodarstw, z wykrytymi nieprawidłowościami znajdowało się w województwie dolnośląskim, bo aż 19.9%. Do kontroli metodą „Foto” w 2008 roku wytypowanych zostało 30 obszarów w 11 województwach. Metoda „Foto” bazuje w głównej mierze na wysokorozdzielczych obrazach

satelitarnych (VHRS), do jakich zalicza się QuickBird (DigitalGlobe). Są one poddawane ortorektyfikacji. W niektórych przypadkach wykorzystuje się zdjęcia lotnicze w postaci ortofotomap, a proces interpretacji, niezmiernie subiektywny, wymagający od operatora długiego treningu i weryfikacji terenowej, odbywa się w technologii 2D zamiast 3D (stereodigitalizacja). Wspomaganie fotointerpretacji może odbywać się poprzez wykorzystanie automatycznych procesów klasyfikacji obiektowej (OBIA; w oprogramowaniu eCognition Definiens) co dowiedziono już dla obrazów VHRS QuickBird oraz IKONOS (Wężyk, de Kok, 2007; de Kok, Wężyk, 2008).

Lotniczy skaniny laserowy (ang. *Airborne Laser Scanning*; ALS) jest technologią teledetekcyjną, dzięki której pozyskiwana jest chmura punktów o współrzędnych XYZ z bardzo wysoką precyzją (ok. ± 15 cm Z; ± 30 cm XY). Odpowiednie metody filtracji i klasyfikacji zbiorów punktów prowadzą do wygenerowania różnych modeli w tym Numerycznego Modelu Terenu (NMT), Numerycznego Modelu Powierzchni Terenu (NMPT) oraz znormalizowanego Numerycznego Modelu Powierzchni Terenu (zNMPT) reprezentującego aproksymowaną powierzchnię obiektów występujących na gruncie, tj.: dachów domów, koron drzew, krzewów, itp. (Wężyk *et al.*, 2008a). Precyzyjne modele bazujące na ALS znajdują szerokie zastosowanie w kartografii, leśnictwie, hydrologii czy planowaniu przestrzennym (Wężyk *et al.*, 2008b).

Celem prezentowanej pracy było określenie przydatności danych ALS oraz generowanych na ich podstawie numerycznych modeli terenu (NMT, NMPT i zNMPT), do wsparcia metody „Foto”, przeprowadzanej w ramach kontroli dopłat bezpośrednich. Jednocześnie podjęto próbę opracowania metodyki automatycznego procesu przetwarzania chmur punktów z lotniczego skaniny laserowego zintegrowaną z analizami przestrzennymi GIS.

2. TEREN BADAŃ

Obszar badań zlokalizowano w województwie dolnośląskim, w powiecie Milicz (obręb ewidencyjny Pracze). Objął on działki ewidencyjne znajdujące się w sąsiedztwie gruntów leśnych (w ewidencji oznaczone jako: Ls), stanowiących własność PG Lasy Państwowe (Nadleśnictwo Milicz; Rys. 1).

W terenie badań wyróżniono, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Rozporządzenie, 2001), następujące użytki gruntowe:

1) użytki rolne:

- grunty orne, oznaczone symbolem: R,
- łąki trwałe, oznaczone symbolem: Ł,
- pastwiska trwałe, oznaczone symbolem: Ps,

2) grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione:

- lasy, oznaczone symbolem: Ls,
- grunty zadrzewione i zakrzewione, oznaczone symbolem: Lz,



Rys. 1. Teren badań pomiędzy Trzebnicą a Miliczem (źródło: Google Earth; po lewej). Działki podlegające analizie oznaczono kolorem niebieskim (po prawej). Działki zaznaczone szrafurą (własność PG Lasy Państwowe) nie były analizowane.

3) grunty zabudowane i zurbanizowane:

- tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, oznaczone symbolem: Bz,

4) nieużytki, oznaczone symbolem: N,

5) grunty pod wodami:

- grunty pod wodami powierzchniowymi płynącymi, oznaczone symbolem Wp.

Obszar testowy charakteryzował się częstymi przypadkami sukcesji roślinności o charakterze zbiorowisk leśnych występującej na działkach nieleśnych (głównie rola: R oraz użytki zielone: Ł) oznaczonych symbolem innym niż: Ls lub Lz (grunt zadrzewiony i zakrzewiony; Rys. 2).

Analizie poddano 68 działek ewidencyjnych położonych w pasie około 200 m na północ, od granicy administracyjnej PG Lasy Państwowe (N-ctwo Milicz). Granice działek



Rys. 2. Przykłady sukcesji o charakterze roślinności leśnej na użytkach nieleśnych (np. RV czy ŁV).

pochodziły z EGiB (PODGiK Milicz, aktualność na dzień 30.12.2003 r.), a ich łączna powierzchnia wynosiła 68.57 ha (średnia powierzchnia działki około 1.01 ha). Obszary leśne graniczące z terenem badań były przedmiotem licznych badań nad technologiami teledetekcyjnymi finansowanymi przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych (Wencl *et al.*, 2008).

3. METODYKA PRAC

Kontrola metodą „Foto” przeprowadzana jest w oparciu o ortofotobrazy oraz na podstawie wywiadu terenowego. Na obszarze jednego arkusza ortofotografii (ortofotomapy) lotniczej lub sceny satelitarnej VHRS, kontrolowane są wszystkie gospodarstwa rolne posiadające 100% swych działek na tym terenie. Sprawdza się wszystkie działki rolne, wchodzące w skład kontrolowanego gospodarstwa. Podczas kontroli analizuje się całą działkę ewidencyjną, wyodrębniając na niej poszczególne działki rolne oraz obszary nie zadeklarowane we wniosku przekazanym do kontroli (tzw. obszary DN.n.). Rodzaje poszczególnych obszarów uprawnionych i nieuprawnionych do płatności stanowią treść załączników Instrukcji realizacji kontroli w zakresie kwalifikowalności powierzchni ARiMR i noszą nazwę tzw. pól zagospodarowania. Są to obszary o jednolitym sposobie użytkowania gruntu wyodrębnione na podstawie treści ortofotomapy za pomocą granic (wektor) i opisane odpowiednim symbolem. Realizację kontroli metodą „Foto” można podzielić na fazę kameralnego opracowania i wywiad terenowy:

- przygotowanie danych do przeprowadzenia wywiadu terenowego – zintegrowanie cyfrowych danych ewidencyjnych z cyfrową ortofotomapą, wstępne zwektoryzowanie granic działek rolnych i obszarów DN.n. (tych, które jednoznacznie można zidentyfikować na obrazie), wydrukowanie arkuszy ortofotomap (z granicami i numerami działek ewidencyjnych oraz z elementami zwektoryzowanymi) oraz przygotowanie formularza wywiadu terenowego,
- wizja w terenie i opracowanie wyników końcowych.

Wstępna wektoryzacja przeprowadzana jest na podstawie danych zawartych w EGiB polega na zidentyfikowaniu numerów działek ewidencyjnych, na których zostały zadeklarowane działki rolne, a następnie zlokalizowaniu ich na ortofotomapie i zwektoryzowaniu ich rzeczywistych granic. Określa się przy tym, czy działka rolna jest widoczna na ortofotomapie, czy można potwierdzić rolnicze użytkowanie tej działki oraz czy można zidentyfikować jej granice.

Na tym etapie badań dokonano interpretacji ortofotografii lotniczych (wykonane ze zdjęć cyfrowych pozyskanych kamerą VEXCEL w 2007 roku; kompozycja RGB; piksel obrazu 15 cm) w celu wektoryzacji fragmentów lub całych działek podlegających sukcesji roślinności o charakterze leśnym (roślinność drzewiasta). Z procesu wektoryzacji wyłączono grunty leśne oraz tereny zabudowane. Prace przeprowadzono w środowisku ArcGIS (ESRI) łączącym możliwości wyświetlania warstw rastrowych (ortofotografia lotnicza) oraz wektorowych (mapy EGiB czy Leśna Mapa Numeryczna). Operator wektoryzował roślinność wysoką (po obrysach koron) w obszarze analiz, której

granice zostały ograniczone wektorem EGiB. Ortofotografia lotnicza generowana była z wykorzystaniem NMT stąd zdawano sobie sprawę z nieprawidłowego usytuowania części wierzchołkowych wysokich drzew (przesunięcie sięgające czasem kilku metrów w zależności od odległości od punktu głównego na zdjęciu). Równolegle rozpoczęto przygotowanie automatycznej procedury analizowania chmury punktów ALS. Pochodziła ona z nalotu lotniczego przeprowadzonego w roku 2007 z wykorzystaniem skanera światłowodowego Falcon II firmy Topos (Niemcy). Średnia gęstość punktów ALS wyniosła 14 pkt/m². Podczas nalotu ALS dokonano także zobrazowania wielospektralnym skanerem linijkowym TopoSys, którego obraz po przetworzeniu (ortorektyfikacji w oparciu o NMPT) może być traktowany jako tzw. „TrueOrtho”.

W pierwszym etapie prac wyselekcjonowano odpowiednie zbiory danych ALS (zapis pierwszego i ostatniego echa; ang. *FE / LE*) przechowywane w plikach ograniczonych rozmiarem w terenie do kwadratu o boku 500 m. Podlegały one przetworzeniu w oprogramowaniu Terrascan (Terrasolid Ltd.) za pomocą makropoleceń w celu wyselekcjonowania punktów należących do klasy grunt. Klasa ta posłużyła do wygenerowania NMT metodą aktywnego trójkątowania (TIN). Model był niezbędny do normalizacji chmury punktów ALS, tj. doprowadzenia wysokości drzew i budynków do wartości względnych, a nie operowania rzędną wysokości n.p.m. Znormalizowaną chmurę punktów ALS poddano następnie działaniom algorytmów (oprogramowanie FUSION; McGoughy, 2007) generujących powierzchnię łączącą najwyższe z nich (zNMPT; ang. *nDSM*) z zachowaniem lokalnych maksimum i minimum, ale stosując odpowiednie filtry wygładzające. Wielkość piksela zNMPT przyjęto na poziomie 0.25 m. Badania prowadzono w 3 wariantach dla wartości piksela zNMPT, tj.: powyżej 1 m, 2 m oraz 3 m reprezentujących wysokość roślinności ponad gruntem. Analizy przestrzenne GIS przeprowadzono w środowisku ArcGIS (ESRI).

Działki, na których sukcesja roślinności o charakterze leśnym (drzewa i krzewy) zajmowała mniej niż 5% ich powierzchni (Tab. 1) wyłączono z dalszych analiz.

Tab. 1. Zestawienie liczebności i łącznej powierzchni analizowanych działek podlegających lub nie podlegających sukcesji leśnej w obszarze badań.

Działki ewidencyjne	wszystkie	analizowane podlegające sukcesji	nie podlegające sukcesji
Liczebność [szt.]	68	32	36
Łączna powierzchnia [ha]	68.57	40.92	27.65
Udział powierzchni [%]	100.0	59.7	40.3

W obszarze testowym znalazły się działki ewidencyjne z klaso-użytkami oznaczonymi w EGiB jako: Bz, Ls IV – V, Ł V, N, Ps IV – VI, R IVa,b – VI oraz Wp. Dla wyróżnionych użytków gruntowych określono, jaką łączną powierzchnię zajmują w terenie badań (Tab. 2):

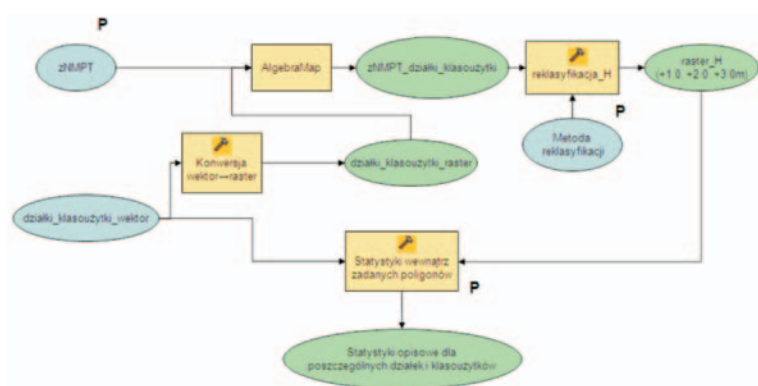
Tab. 2. Łączna powierzchnia poszczególnych użytków w analizowanych działkach (wg. EGiB).

Użytek	Łączna powierzchnia	
	wg. EGiB [ha]	Procent [%]
R	27.92	68.2
Ł	2.05	5.0
Ps	4.29	10.5
Ls, Lz	5.77	14.1
Bz	0.40	1.0
N	0.43	1.1
Wp	0.05	0.1
Razem	40.92	100.0

Grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione (Ls oraz Lz) wg EGiB zajmują 5.77 ha co stanowi 14.1% obszaru poddanego dalszej analizie (40.92 ha) jako podlegającego wpływowi sukcesji roślinności o charakterze leśnym.

4. WYNIKI

Przygotowany w aplikacji Model Builder ArcGIS (ESRI) schemat (Rys. 3) automatycznego przetwarzania powierzchni generowanych na podstawie znormalizowanych chmur punktów ALS (zNMPT;), pozwolił na przeprowadzenie analiz przestrzennych GIS z zakresu modelowania rastrowego (Map Algebra) oraz wektorowego (Zonal Statistics).



Rys. 3. Model automatycznego przetwarzania produktów przetwarzania chmury punktów ALS (zNMPT) oraz danych EGiB na drodze analiz GIS.

W wyniku procesu fotointerpretacji i wektoryzacji ekranowej dokonanej przez operatora na barwnych ortofotografiach lotniczych VEXCEL, okazało się, iż grunty leśne (Ls) oraz zadrzewione i zakrzewione (Lz) zajęły łącznie 19.04 ha (Tab. 3). Stanowi to aż 46.5% obszaru analiz, czyli ponad trzykrotnie więcej niż wykazała baza EGiB (5.77 ha; 14.1%). Wektoryzacja obrazu „TrueOrtho” (TopoSys), wykazała jeszcze większą powierzchnię tej klasy, bo aż 19.68 ha (48.1%), co wynika z bardziej poprawnej geometrii koron drzew (nie przekraczają one tak znacznie granic działek jak w przypadku przesunięcia na ortofotografiach lotniczych). Różnica wynikająca z odmiennej technologii generowania tych ortobrazów wynosi około 1.6% w przypadku powierzchni pokrytej wysokimi drzewami. Standardowo w tego typu opracowaniach używa się ortofotografii lotniczych bądź satelitarnych generowanych w oparciu o NMT, a więc zawierającej potencjalne błędy w przypadku geometrii obiektów wysokich (koron drzew). Błąd roślinie wraz z odległością drzewa od punktu głównego zdjęcia (Wężyk, Mansberger, 1998). Wektoryzacja koron w przypadku ortofotografii VEXCEL prowadziła do niewłaściwego wytyczenia granicy klaso-użytku, którego błąd osiągał czasem 3÷5 m (Rys. 4).

Automatyczne przetwarzanie danych zNMPT dowiodło, iż obszary pokryte roślinnością osiagającą wysokość powyżej 1.0 m, zajmują 19.84 ha. Stanowi to aż 48.5% obszaru testowego, czyli o 34.4% więcej niż podaje EGiB (Tab. 3). Stwierdzono, iż zNMPT reprezentujący pokrywę roślinną o wysokości powyżej 1.0 m nad gruntem, co daje rezul-

Tab. 3. Łączna powierzchnia użytków gruntowych w obszarze testowym określanych na podstawie analizy bazy EGiB, przetwarzania zNMPT oraz wektoryzacji ekranowej ortofotografii i obrazu TrueOrtho (TopoSys).

Użytek	Łączna powierzchnia [ha] / %						Różnica [ha] nNMPT (1m) – Ortho RGB (VEXCEL)
	EGiB referencja	zNMPT >1m	zNMPT >2m	zNMPT >3m	Ortho RGB Vexcel	TrueOrtho TopoSys	
R	27.93	16.91	18.44	19.91	17.34	16.71	-0.43 (-1.1%)
	68.3%	41.3%	45.1%	48.7%	42.4%	40.8%	
Ł	2.05	1.30	1.37	1.41	1.47	1.42	-0.17 (-0.4%)
	5.0%	3.2%	3.3%	3.4%	3.6%	3.5%	
Ps	4.29	2.45	2.61	2.79	2.63	2.71	-0.19 (-0.5%)
	10.5%	6.0%	6.4%	6.8%	6.4%	6.6%	
Ls, Lz	5.77	19.84	18.06	16.35	19.04	19.68	0.80 (1.9%)
	14.1%	48.5%	44.1%	40.0%	46.5%	48.1%	
Bz	0.40	0.02	0.03	0.04	0.00	0.00	0.02 (0.1%)
	1.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	
N	0.43	0.38	0.39	0.40	0.41	0.38	-0.03 (-0.1%)
	1.1%	0.9%	1.0%	1.0%	1.0%	0.9%	
Wp	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00 (0.0%)
	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	
SUMA	40.92						0.00 (0.0%)
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



Rys. 4. Niewłaściwa lokalizacja zasięgu koron drzew na ortofotografii wynikająca z technologii jej generowania opartej o NMT (żółta linia – wektor EGiB).

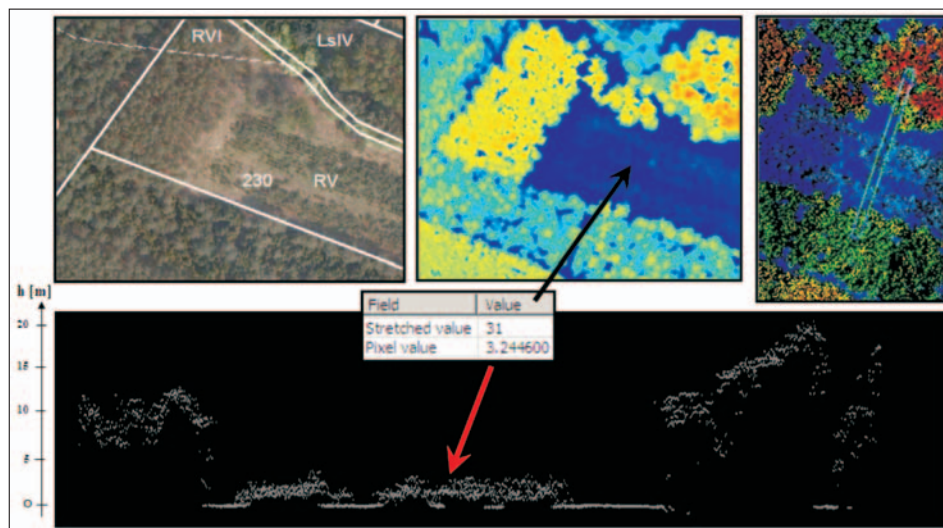
taty najbardziej zbliżone do pochodzących ze wzrokowej fotointerpretacji obrazu ortofotografii lotniczych (różnica 1.9%) oraz TrueOrtho. Dla wariantów zNMPT >2.0 m oraz >3.0 m, analizy wykazały istnienie szaty roślinnej na obszarze odpowiednio: 18.06 ha (44.1%) i 16.35 ha (40.0%).

Analizując wyniki automatycznego przetwarzania warstwy rastrowej zNMPT oraz analiz przestrzennych GIS, można stwierdzić, iż grunty leśne (Ls) oraz zadrzewione i zakrzewione (Lz) zajęły 11.02 ha (26.9%) powierzchni użytku rola (R), 1.84 ha (4.5%) pastwisk (Ps) oraz 0.75 ha (1.8%) łąk (Ł). Nowo zinwentaryzowane grunty leśne (Ls) oraz zadrzewione i zakrzewione (Lz) powstały: w 78.3% z użytku rola (R), 13.1% pastwisk (Ps) oraz 5.3% łąk (Ł).

5. WNIOSKI

Praca miała na celu wykazanie możliwości wsparcia stosowanych obecnie metod kontroli „Foto” danymi z lotniczego skaningu laserowego (ALS). Automatyzacja przetwarzania danych ALS może znacząco przyspieszyć prace na etapie wyboru działek do kontroli, a zarazem przyczynić się do szybszego przeprowadzenia wywiadu terenowego. Automatyzacja wybranych etapów kontroli metodą „Foto” jest możliwa przy wykorzystaniu produktów przetwarzania chmury punktów ALS, takich jak zNMPT oraz analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dane EGiB. Fotointerpretacja lotniczych ortofotografii zwykle generowanych w oparciu o NMT powoduje problemy z geometrią wysokich obiektów (drzew). Dodatkowym utrudnieniem jest pozyskiwanie materiałów fotolotniczych wczesną wiosną, co potęguje problemy fotointerpretacyjne (brak aparatu asymilacyjnego u drzew liściastych). Subiektywizm fotointerpretatora materiałów

lotniczych (2D) można znacznie ograniczyć w sytuacji dostępności chmury punktów ALS lub choćby produktów ich przetwarzania (Rys. 5).



Rys. 5. Wykorzystanie danych ALS w procesie interpretacji (u góry od lewej: ortofotografia RGB, zNMPT, chmura punktów ALS 2D; u dołu profil poprzeczny ALS).

Sukcesja zbiorowisk roślinnych o charakterze leśnym na gruntach rolnych w Polsce ma charakter powszechny, a technologia ALS może dostarczać precyzyjnych informacji o tym procesie. Dane ALS są doskonałym narzędziem do analizowania „historii” zmian poszczególnych działek, co ma ogromne znaczenie w sytuacjach odwoławczych czy wręcz procesowych. Poza sukcesją roślin drzewiastych, obserwuje się też często takie zjawiska jak: wycinanie czy wypalanie lasu lub zarośli w celu uzyskania dopłat. Mają one charakter niekontrolowany i negatywny w znaczeniu ekologicznym. Badania wykazały także możliwości aktualizacji EGiB w zakresie budynków wskazując jednocześnie na problemy związane z dynamiką zmian zachodzących w krajobrazie i aktualizacją map topograficznych. Automatyczna kontrola bazująca na klasyfikacji obrazów lotniczych czy satelitarnych wsparta informacją o wysokościach obiektów, wydaje się wręcz koniecznością w kontekście cyklicznego procesu monitoringu i kontroli obszarów rolniczych w Polsce. Problemem jest jedynie fakt, iż zastosowanie danych ALS w skali całego kraju, w obecnej chwili nie wydaje się być możliwe, ze względu na koszty ich pozyskania i przetworzenia. Wskazane jest jednak wykorzystanie danych ALS do automatyzacji procesu kontroli metodą „Foto” w obszarach gdzie dane te już pozyskano. Należy mieć nadzieję, iż wprowadzenie technologii kamer cyfrowych w Polsce przy nalotach wykonywanych dla ARiMR, spowoduje użycie odpowiednich algorytmów (ang. *stereo-matching*)

do generowania NMPT (oraz zNMPT), co zastąpić może dane ALS w określonych sytuacjach. Będzie to przedmiotem kontynuowanych prac nad zjawiskiem sukcesji leśnej, która ma również niezmiernie pozytywne znaczenie w aspekcie produkcji biomasy i sekwestracji węgla.

6. LITERATURA

- Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, 2009. <http://www.arimr.gov.pl>
- de Kok R., Wężyk P., 2008. Principles of full autonomy in image interpretation. The basic architectural design for a sequential process with image objects. [w:] Blaschke Th., Lang S., Hay G.J. (red.), *Object-Based Image Analysis*. Series: Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Berlin Heidelberg, s. 697-710.
- McGaughey R. J., 2007. *Fusion/LDY: Software for lidar data analysis and visualization*. Software manual. USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Dz. U. Nr 38, poz. 454 z późn. zmianami).
- Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o płatnościach bezpośrednich do gruntów rolnych (Dz. U. z 2004 r. Nr 6, poz. 40).
- Wencel A., Wężyk P., Zasada M., 2008. Możliwości zastosowania naziemnego skaningu laserowego w leśnictwie. [w:] Zawila-Niedźwiecki T., Zasada M. (red.), *Techniki geomatyczne w inwentaryzacji lasu – potrzeby i możliwości*, Wydawnictwo SGGW, s. 77-89.
- Wężyk P., Borowiec N., Szombara S., Wańczyk R., 2008a. Generowanie numerycznych modeli powierzchni oraz terenu w Tatrach na podstawie chmury punktów z lotniczego skaningu laserowego (ALS). Geoinformacja obrazowa w świetle aktualnych potrzeb. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 18, s. 651-661.
- Wężyk P., Mansberger R., 1998. Techniki fotogrametrii cyfrowej i GIS w ocenie degradacji drzewostanów świerkowych w masywie Kudłonia w Gorcach. *Archiwum Fotogrametrii Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 8, s 1-10.
- Wężyk P., Tompalski P., Szostak M., Glista M., Pierzchalski M., 2008b. Describing the selected canopy layer parameters of the Scots pine stands using ALS data. 8th international conference on LiDAR applications in forest assessment and inventory. Sept. 17-19. 2008 – Edinburgh, UK, s. 636-645.
- Wężyk P., de Kok, R., 2007. Putting Research into Practice - Developing the Process Chain for Data Fusion in the Municipality of Krakow. [w:] Car A., Griesebner G., Strobl J. (red.), *Geospatial Crossroads @ GI_Forum*. Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG, Heidelberg, s. 176-181.
- Chain for Data Fusion in the Municipality of Krakow. [w:] Car. A., Griesebner G., Strobl J. (red.), *Geospatial Crossroads @ GI_Forum*. Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG, Heidelberg, s. 176-181.

COMPARISON OF THE ACCURACY OF THE “PHOTO” CHECK METHOD WITH AUTOMATIC ANALYSIS BASED ON ALS DATA FOR DIRECT CONTROL OF SUBSIDY PAYMENT

KEY WORDS: direct subsidies, „Photo” method, orthophoto, airborne laser scanning (ALS)

SUMMARY: Every year about 1.5 mln Polish farmers submit applications for direct subsidies from EU money. The mechanism of management and control of these subsidies is very often based on geoinformation technologies being a part of an IACS system. The verification of the applications submitted is done by field measurements (RFV) or by using the so called „Photo” method. Both of these are based on the LPIS (Land Parcel Identification System) data. During 2008 about 107,000 farms in Poland were checked using the „Photo” method, based on satellite or aerial images. The number of anomalies was highest in the Dolnośląskie voivodeship (19%). The paper presents results from a test site located in Milicz. In 2007 airborne laser scanning was performed and orthophotos were created based on aerial images (VEXCEL camera). The test site consisted of 68 parcels (68.57 ha), divided in 13 classes of land-use type. According to the cadastral system (EGiB), the class forest occupies 5.77 ha (14.1%) of test area. Using orthophoto and vector layer of parcels, the operator vectorized areas with forest succession which are not eligible for subsidies. The results show that the forest class occupies an area over 3 times larger (19.04 ha) than in the EGiB data base. The GIS analyses were also performed based on nDSM generated from the ALS point cloud. Three approaches were used with different heights of vegetation (1, 2 and 3 m). The analysis was done automatically using ArcGIS (ESRI). The results indicate that there is only a small difference between the “Photo” method and the automatic method based on ALS (19.84 ha). Automatic verification based on classification of aerial or satellite images, supported by information about the height of objects, is recommended for periodic monitoring and control of agricultural areas in Poland.

dr inż. Piotr Wężyk
rlwezyk@cyf-kr.edu.pl
telefon: +48 12 6625082
fax: +48 12 4119715

dr inż. Marta Szostak
rlszosta@cyf-kr.edu.pl
telefon: +48 12 6625076
fax: +48 12 4119715

mgr inż. Piotr Tompalski
piotr.tompalski@ur.krakow.pl
telefon: +48 12 6625076
fax: +48 12 4119715

* wersja kolorowa artykułu jest dostępna na stronie <http://www.sgp.geodezja.org.pl/ptfit>