

**WERYFIKACJA I AKTUALIZACJA BAZY KLASO-UŻYTKÓW EGIB  
W OPARCIU O ANALIZY CHMURY PUNKTÓW Z LOTNICZEGO  
SKANOWANIA LASEROWEGO NA PRZYKŁADZIE WSI TUKŁĘCZ  
W WOJEWÓDZTWIE ŚWIĘTOKRZYSKIM**

**REVISION AND UPDATE OF THE EGIB LAND-USE DATABASE USING THE  
AIRBORNE LASER SCANNING POINT CLOUD – THE CASE STUDY OF  
TUKŁĘCZ VILLAGE IN ŚWIĘTOKRZYSKIE VOIVODESHIP**

Piotr Wężyk, Tomasz Gęca

Laboratorium Geomatyki, Katedra Ekologii Lasu, Wydział Leśny, Uniwersytet  
Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

SŁOWA KLUCZOWE: rejestr EGIB, wtórna sukcesja leśna, lotnicze skanowanie laserowe (ALS),  
projekt ISOK, analizy przestrzenne GIS.

STRESZCZENIE: Transformacja ustrojowa, jaka miała miejsce w Polsce ponad 20 lat temu, a także przystąpienie naszego kraju do UE, pociągnęły za sobą liczne zmiany, m.in. w rolnictwie (likwidacja PGR, porzucanie upraw roli, wolny rynek zbytu czy wzrost konkurencyjności producentów) oraz w gospodarce prowadząc do głębokich przemian społeczno – ekonomicznych. Skutki tych transformacji zauważalne są także w przestrzeni rolniczej, najczęściej w przemianach krajobrazu. Zmiany te mają zazwyczaj charakter procesu wtórnej sukcesji leśnej zachodzącej na działkach rolnych. Tempo wkraczania i rozszerzający się z roku na rok zasięg terytorialny wtórnej sukcesji, najczęściej nie jest przedmiotem zainteresowania odpowiednich agencji lub urzędów. Technologia, która może wspomagać określanie zmian ilościowych (powierzchni, liczby działek rolniczych podlegających zmianom) i jakościowych (typ sukcesji – zbiorowiska roślinnego) przebiegających w krajobrazie - jest lotnicze skanowanie laserowe (ang. *Airborne Laser Scanning*; ALS). Prezentowane w pracy badania objęły 79.87 ha gruntów rolnych wsi Tukłęcz (gm. Rytwiany, powiat Staszów, woj. świętokrzyskie). W pracach wykorzystano dane EGIB (PODGiK w Staszowie) oraz dane ALS w postaci 2 zestawów chmur punktów ALS o gęstości: 2 pkt/m<sup>2</sup> (RZGW Kraków; XI.2009r.) oraz 4 pkt/m<sup>2</sup> (ISOK; XI.2012r.). Detekcję wtórnej sukcesji leśnej przeprowadzono stosując 4 warianty różniące się wysokością roślinności (odpowiednio: 0.4m, 1.0m, 2.0m oraz 3.0m ponad wygenerowanym NMT). Uzyskane wyniki wskazują, iż w każdym wariantcie, na 50% liczby działek z użytkowaniem rola („R”; 60.54% całego obszaru) koncentrowało się ponad 70% wtórnej sukcesji leśnej. W zależności od jej wysokości nad gruntem, pokrywała ona od 61.05% do 31.38% klaso-użytku „R” oraz od 67.03% do 34.93% pastwisk („Ps”) co świadczy o dynamicznych przemianach zachodzących na tym terenie. Cykliczne pozyskiwanie danych ALS w odpowiednich porach roku (zestaw danych ISOK wykazywał znaczący brak informacji o zadrzewieniach liściastych gatunków) bądź też stosowanie alternatywnych technologii (np. stereo-matching ze zdjęć lotniczych czy zobrazowania radarowe), stwarza szanse na zarządzanie i monitorowanie zmian zachodzących na obszarach rolniczych w Polsce. Jest to istotne ze względu na sporządzanie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego czy też wdrażanie Krajowego Programu Zwiększania Lesistości (KPZL), zakładającego osiągnięcie poziomu 30% lesistości w Polsce w roku 2020 oraz 33% w roku 2050. Nie należy zapominać o ogromnym potencjale biomasy zgromadzonej na obszarach wtórnej

sukcesji nie ujętej w bazach EGiB czy LMN PGL Lasów Państwowych a stanowiącej istotny czynnik w dobie handlu emisjami CO<sub>2</sub> czy wdrażania dyrektyw UE o energiach odnawialnych.

## 1. WPROWADZENIE

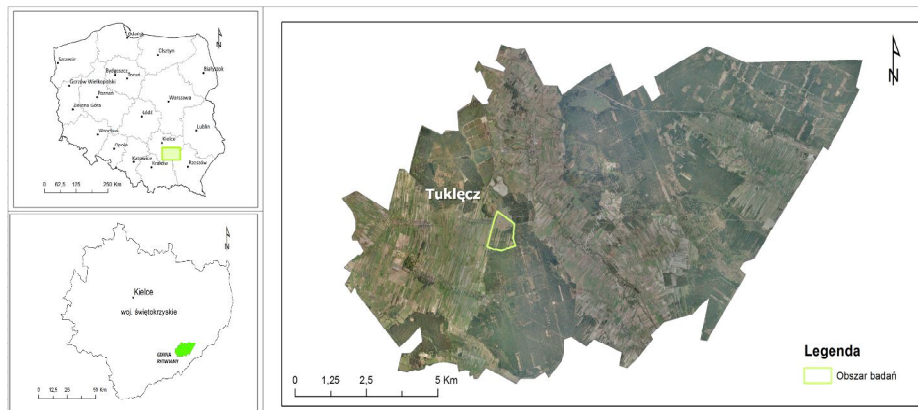
Dynamiczne przemiany gospodarcze i społeczno-ekonomiczne jakie rozpoczęły się w Polsce 20 lat temu, skutkują często zanikiem rolnictwa ekstensywnego i porzucaniem upraw i pastwisk przez producentów rolnych, szczególnie w rejonach charakteryzujących się małymi i wąskimi działkami, na gruntach słabej bonitacji. Jeszcze przed przystąpieniem Polski do UE, powierzchnia gruntów odłogowanych i ugorowanych wynosiła 2.3 mln ha (2002 r.), w kolejnych latach drastycznie malejąc do: 1.3 mln ha (2004); 1.0 mln (2005) oraz 0.4 mln ha (2011) (MRiRW 2006, 2011). W efekcie zaprzestania wykaszania łąk, wypasania pastwisk czy regularnego stosowania zabiegów agrotechnicznych, obserwuje się wyraźny proces wtórnej sukcesji, tj. pojawienia się następujących po sobie sekwencji zbiorowisk roślinnych o charakterze sukcesji leśnej, prowadzącej do zmiany typu pokrycia terenu (klaso-użytku). Obserwowany w latach: 2002-2010 w Polsce, 26% spadek liczby gospodarstw rolnych w grupie obszarowej do 1.0 ha, wskazuje na fakt wciąż istniejącego problemu porzucania gospodarstw rolniczych. Rejestrowanie zmian zachodzących w przestrzeni rolniczo-leśnej, aktualizacja rejestrów Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB) oraz kontrola przyznawanych rolnikom subsydiów (dopłat bezpośrednich) przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) wymagają zastosowania wydajnych i dalece zautomatyzowanych technologii geoinformatycznych, w tym: pozyskiwania, gromadzenia, zarządzania oraz przetwarzania i analizowania geodanych. Poza stosowanym przez ARiMR systemem LPIS (dane wektorowe, atrybutowe oraz ortofotomapy lotnicze) czy rejestrów EGiB przez administrację, wciąż istnieje potrzeba wzmocnienia procesu aktualizacji o zasięgach poszczególnych klaso-użytków. Narzędziem umożliwiającym wydajne pozyskiwanie precyzyjnych informacji o strukturze 3D rozległych obszarów jest lotnicze skanowanie laserowe (ang. *Airborne Laser Scanning; ALS*). Jest to technologia oparta na wykorzystaniu aktywnego systemu teledetekcyjnego znanego pod akronimem LiDAR (ang. *Light Detection and Ranging*) wysyłającego i odbierającego odbitą wiązkę lasera (Wężyk 2006). System montowany jest zwykle na pokładzie statku powietrznego, i jest zintegrowany z precyzyjnym pozycjonowaniem satelitarnym (GNSS), pomiarem wychyleń kątowych (system żyroskopów i akcelerometrów; INS/IMU) oraz z rejestracją cyfrowymi kamerami średnio-formatowymi bądź też wideo. System pozwala na rejestrację chmury punktów z dużą precyzją (0.05m) uzależnioną od wysokości lotu i częstotliwości skanowania (Petrie *et al.* 2008). Wykorzystanie na szeroką skalę danych ALS do badań środowiska w Polsce staje się możliwe dzięki realizacji projektu ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju przez nadzwyczajnymi zagrożeniami; Woźniak 2012), zakładającego pozyskanie i przetworzenie do końca 2013 roku, dla obszaru 191000 km<sup>2</sup>, sklasyfikowanej chmury punktów ALS (gęstość: 4 pkt/m<sup>2</sup> – Standard I dla obszarów rolniczych i leśnych; 12 pkt/m<sup>2</sup> – Standard II dla obszarów 94 miast) oraz numerycznych modeli wysokościowych NMT (ang. DTM) oraz NMPT (ang. DSM). Dodatkowo w ramach projektu pozyskuje się zdjęcia lotnicze w celu nadania atrybutów RGB chmurze punktów ALS oraz generowania ortofotomap lotniczych. Dane te mogą znaleźć szerokie zastosowanie przy sporządzaniu Planów Zagospodarowania Przestrzennego czy też tworzeniu Planów Zadań Ochronnych (PZO) dla

obszarów chronionych ESE Natura 2000. Odpowiednie działania PZO w dużym stopniu uzależnione są od właściwie prowadzonej gospodarki rolnej (Obszary Specjalnej Ochrony ptaków: OSO; ang. SPA) czyli np. cyklicznego wykaszania zarastających łąk czy pastwisk. Z drugiej strony od 1995 r. obowiązuje w Polsce - Krajowy Program Zwiększania Lesistości (KPZL), który zakłada osiągnięcie 30% poziomu lesistości w 2020 roku oraz 33% w 2050 roku, co oznacza że w latach 2013-2020 należy zalesić prawie 0.5 mln ha nieużytków (GUS 2012; Kaliszewski *et al.* 2009).

Autorzy postawili sobie za zadanie, zgłębienie problemu badawczego dotyczącego metodyki monitorowania procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym w sytuacji zaprzestania użytkowania ziemi przez człowieka. W tym celu podjęli działania mające na celu określenie potencjalnych możliwości w zakresie weryfikacji treści geometrycznej i atrybutowej rejestrów oraz procesu aktualizacji referencyjnych baz danych EGIB w zakresie mapy klaso-użytków na obszarze rolniczo-leśnym wsi Tuklęcz (woj. świętokrzyskie), ze szczególnym uwzględnieniem detekcji i monitorowania dynamiki wtórnej sukcesji leśnej w oparciu o przetwarzanie chmury punktów lotniczego skanowania laserowego (ALS) z lat: 2009 oraz 2012 wspartych analizami przestrzennymi GIS z wykorzystaniem cyfrowej ortofotomapy lotniczej.

## 2. TEREN BADAŃ

Obszar badań we wsi Tuklęcz (zachodnia części gm. Rytwiany; powiat: Staszowski; woj. Świętokrzyskie; Rys. 1) wytypowano na drodze wzrokowej interpretacji ortofotomapy lotniczej z roku 2009 (dzięki uprzejmości RZGW w Krakowie) oraz zwiad terenowy.

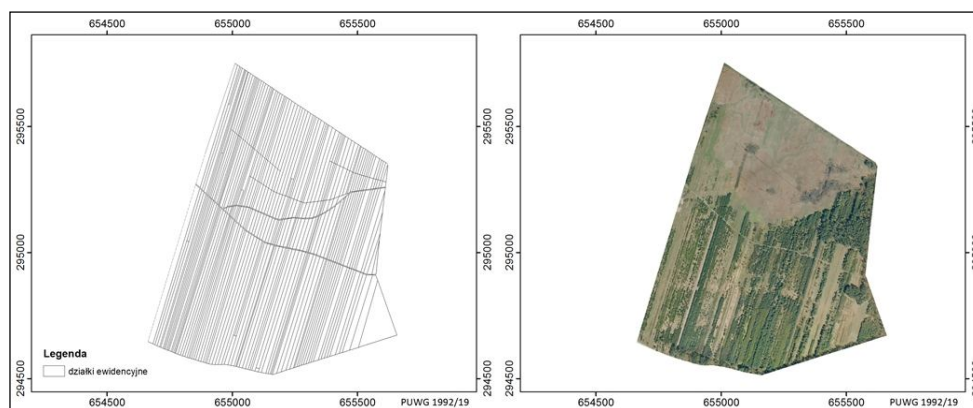


Rys. 1. Obszar badań: od lewej u góry mapa przeglądowa Polski, lewy dół: województwo świętokrzyskie i gmina Rytwiany (z prawej). Usługa WMS: [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl)

Obszar badań obejmuje swym zasięgiem 315 działek ewidencyjnych (średnia powierzchnia działki 0,23 ha) o typowym kształcie długich wąskich pasów i łącznej powierzchni 79,87 ha (Rys. 2). Według informacji zawartej w bazie EGIB (PODGiK Staszów 2012) wyraźnie dominują (60.54%) grunty w klasie użytkowania grunty orne („R”: 48.36 ha) oraz łąki trwałe („Ł”: 26.55%, 21.21 ha). Pozostałe klaso-użytki oraz ich

udział to odpowiednio: grunty leśne („Ls”: 7.73%, 6.17 ha), grunty zadrzewione i zakrzewione („Lz”: 4.67%, 3.73 ha), pastwiska trwałe („Ps”: 0.49%, 0.39 ha) oraz nieużytki („N”: 0.03%, 0.02 ha).

Wśród roślinności drzewiastej wkraczającej na opuszczone grunty są: brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth) oraz sosna pospolita (*Pinus sylvestris* L.). Oprócz spontanicznie postępującej sukcesji wtórnej roślin drzewiastych, część działek została zalesiona sosną pospolitą. W obu przypadkach sytuacje te nie zostały jak dotąd wykazane w bazie EGiB, pomimo spotykanych drzew nawet powyżej 15 lat.



Rys. 2. Obszar badań. Z lewej: mapa działek ewidencyjnych (EGiB), z prawej: ortofotomapa RGB z 2009 roku (RZGW w Krakowie).

### 3. METODYKA PRAC

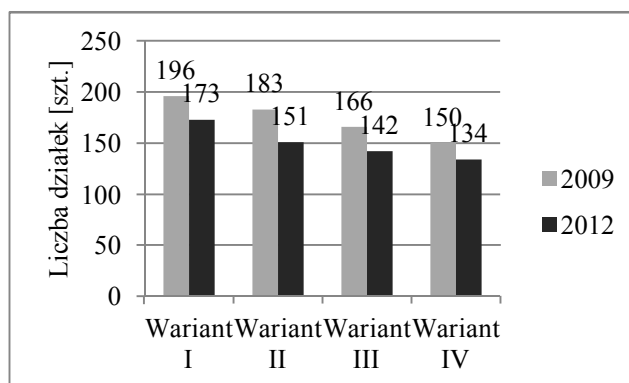
W celu określenia dynamiki zmian w użytkowaniu gruntów wykorzystano dwa zestawy danych ALS. Pierwsza analizowana chmura punktów uzyskana przez RZGW w Krakowie charakteryzowała się średnią gęstością 2 pkt/m<sup>2</sup> i została pozyskana w listopadzie 2009 roku w ramach projektu dla rzeki Czarnej. Drugi zbiór ALS pozyskany jesienią 2012 roku w ramach ISOK (Standard II; CODGiK) charakteryzował się gęstością 4 pkt/m<sup>2</sup>. Z PODGiK w Staszowie pozyskano fragment mapy ewidencyjnej (wydruk z bazy EGiB; PUWG 2000/7) w celu określenia przebiegu granic działek oraz klaso-użytków na obszarze badań. Po zeskanowaniu mapy poddano ją kalibracji i ekranowej wektoryzacji granic klaso-użytków i działek ewidencyjnych w środowisku ArcMap 10.1 (Esri).

W celu zastosowania spójnej metodyki, chmury punktów ALS poddano w pierwszej kolejności ponownej klasyfikacji w poszukiwaniu punktów leżących na gruncie. Wykorzystano algorytm aktywnego trójkątowania (Axelsson 2000) zaimplementowanego w oprogramowaniu TerraScan (Terrasolid Ltd.) działającego w środowisku Microstation V8i (Bentley Systems). Po detekcji gruntu przeprowadzono klasyfikację roślinności ponad gruntem wg metodyki ISOK: *low vegetation* (do 0.4 m), *medium vegetation* (0.4÷2.0 m) oraz *high vegetation* (>2.01 m). Punkty z klasy grunt posłużyły do wygenerowania NMT (TerraModeler; Terrasolid) dla każdego zestawu danych oddzielnie (format ASCII GRID). Znormalizowany Model Powierzchni Terenu (zNMPT; ang. nDSM) wygenerowano w

oprogramowaniu FUSION/LDV (USDA Forest Service). Rozdzielczość terenowa wszystkich modeli wysokościowych wynosiła 1.0 x 1.0 m (Rys. 3). W kolejnym kroku modele zNMPT przetwarzano w środowiska ArcMap (Esri) poddając je klasyfikacji (progowanie) w celu wykrycia sukcesji wtórnej oraz obliczenia statystyk (udziału w poszczególnych klaso-użytkach oraz wykazania liczby działek podlegających temu procesowi w roku 2009 i 2012). Detekcję roślinności przeprowadzono w 4 Wariantach jej wysokości ponad gruntem, tj. odpowiednio: W\_I >0.4 m, W\_II >1.0 m, W\_III >2.0 m oraz W\_IV >3.0 m stosując analizy rekasyfikacji zNMPT (*Spatial Analyst*, Esri). Łącznie wygenerowano 8 modeli reprezentujących sukcesję wtórną (4 warianty dla dwóch zestawów geodanych). Udziału sukcesji wtórnej w poszczególnych poligonach klaso-użytków i działkach ewidencyjnych (EGiB) przeprowadzono narzędziami GIS do analizy rastrów (*Zonal Statistics as Table*; ArcMap Esri). Za publikacją Węzyk *et al.* (2009) przyjęto, iż działka podlega sukcesji wtórnej jeśli jej obecność odnotować można na minimum 5% powierzchni.

#### 4. WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone analizy na danych ALS wykazały jednoznacznie, iż spośród 289 działek ewidencyjnych całkowicie lub w pewnej ich części (>5% powierzchni) klaso-użytków: „R”, „L”, „Ps” oraz „N” - aż 150 z nich (51.9%) podlega procesowi sukcesji wtórnej przez rośliny drzewiaste o wysokości powyżej 3.0 m. Świadczy to o poważnym problemie w zakresie procesu aktualizacji geodanych referencyjnych (rejestr EGiB) i wskazuje na zachodzące przemiany społeczno-ekonomiczne w tym rejonie. Analizując ten sam obszar w Wariacie I (sukcesja wtórna >0.4 m), stwierdzono, że aż 196 działek (67,8%; ALS 2009) dotkniętych jest procesem spontanicznego pojawiania się roślinności o charakterze wtórnej sukcesji leśnej. Te same analizy przeprowadzone na zestawie danych ALS z 2012 roku, wykazały odpowiednio: 134 (46.3%) i 173 (59.8%) działek zajętych lub zajmowanych przez zbiorowiska roślinności >3.0 m oraz >0.4 m (Rys. 3). Szczególnie ten wskaźnik obliczany dla roślinności >0.4m świadczy o procesach, które rozpoczęły się kilka lat wcześniej i nie zostały zatrzymane. To, że sukcesja wtórna trwa od dłuższego, czasu świadczą przede wszystkim obszary starszej roślinności drzewiastej >3.0 m.



Rys. 3. Liczba działek ewidencyjnych podlegających procesowi sukcesji wtórnej o charakterze leśnym określona na podstawie geodanych ALS z lat 2009 oraz 2012.

Bez względu na przyjęty wariant analiz czy rocznik chmur punktów ALS, stwierdzono, iż ponad 70% całej wykrytej sukcesji wtórnej koncentruje się w największym klaso-użytku rola („R”) niekiedy stanowiąc niemal 80% (Tab. 1). Na łąkach trwałych („Ł”) stanowiących drugi pod względem powierzchni klaso-użytek (21.2 ha) koncentrowało się zaledwie 3.41 % (RZWG 2009 r.) oraz 1.46 % (ISOK 2012) sukcesji wtórnej >0.4 m (Tab. 1). Świadczy to o późniejszym procesie porzucania wykaszania łąk przez rolników lub też zdolności zbiorowisk trawiastych do utrzymywania zwartej runi zabezpieczającej przez pewien czas kiełkowanie pionierskich roślin drzewiastych (np. brzoza brodawkowata, osika, sosna pospolita) lub pojawianie się innych zbiorowisk roślinnych (np. nawłoci).

Zbliżone w swej strukturze wyniki badań nad detekcją roślinności o charakterze wtórnej sukcesji leśnej dla obszarów testowych w powiecie Milicz (RDLP Wrocław) , prowadzone z wykorzystaniem danych ALS oraz prawdziwej ortofotomapy CIR stwierdzono dla klaso-użytku „R”: 78.3% (całej analizowanej sukcesji), „Ps”: 13.1% oraz „Ł”: 5.3% (Wężyk *et al.* 2009; Szostak *et al.* 2013). Wcześniejsze badania prowadzone w powiecie staszowskim (Wężyk, de Kok 2005) z wykorzystaniem klasyfikacji obiektowej (GEOBIA) na wysokorozdzielczych zobrazeniach satelitarnych QuickBird (GSD: 0.6m PAN; 2.4 MS; DigitalGlobe) także wykazały, iż: 83 % wtórnej sukcesji leśnej znajduje się w obszarze klaso-użytku „R”, 9.9 % na „Ps”, 6.7 % na „Ł” oraz 0.3 % na „N”. Badania udowodniły, iż najszybszy proces wkraczania wtórnej sukcesji występuje na gruntach ornych („R”), co jest na pewno związane z brakiem zadarnionych obszarów i w konsekwencji łatwością kiełkowania nasion drzew gatunków pionierskich przy braku konkurencji innych zbiorowisk roślinnych (Faliński 1986).

Tabela 1. Udział sukcesji wtórnej w analizowanych klaso-użytkach w latach: 2009 i 2012 w obszarze badawczym we wsi Tuklęcz.

Klaso-użytek	Pow. Klaso-użytku [ha]	Udział wykrytej sukcesji wtórnej [%] w klaso-użytkach							
		Wariant I>0.4m		Wariant II>1m		Wariant III>2m		Wariant IV>3m	
		2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
R	48.36	78.18	79.79	77.22	79.83	74.99	78.49	71.95	76.43
Ł	21.20	3.41	1.54	2.99	0.68	2.59	0.50	2.28	0.45
Ls	6.17	15.16	15.84	16.82	17.53	19.58	19.25	22.97	21.41
Lz	3.73	2.51	2.21	2.22	1.41	2.10	1.28	2.11	1.28
Ps	0.39	0.69	0.56	0.70	0.51	0.69	0.44	0.65	0.39
N	0.02	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
<b>Razem</b>	<b>79.87</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

W wyniku przetwarzania chmury punktów ALS z lat 2009 i 2012 (ISOK) oraz analiz przestrzennych GIS prowadzonych na modelach rastrowych zNMPT, wygenerowano szczegółowe statystyki (Tab. 2) oraz mapy pokrycia zbiorowiskami wtórnej sukcesji w założonych 4 wariantach. Otrzymane wyniki wykazały, iż wszystkie analizowane klaso-użytki, pokryte są w pewnym stopniu roślinnością o charakterze drzewiastym, przekraczająca nawet wysokość 3.0 m, co jednoznacznie świadczy o trwającym od kilkunastu lat procesach przemian środowiska (Tab. 2). Analizując szczegółowo udział sukcesji wtórnej wewnątrz poszczególnych klaso-użytków (niezależnie od zajmowanej przez nie powierzchni w obszarze badań; Tab. 2), potwierdzono, iż intensywność występowania tego procesu jest najniższa w obszarze łąk trwałych (wartości w

poszczególnych wariantach: I-IV od ok. 6 do 2% dla chmury punktów z 2009 roku. Zaobserwowano wyraźny kilkuprocentowy spadek tej wartości w przypadku danych ALS z 2012 ale ma to związek z brakiem odbić lasera od roślinności liściastej a nie z odtwarzaniem tego klaso-użytku poprzez zabiegi agrotechniczne. Dwukrotnie większa gęstość skanowania lotniczego w przypadku danych ISOK (2012) nie wpłynęła niestety w zakładany sposób na poprawę wyników detekcji wtórnej sukcesji. Na profilach pionowych chmur punktów ALS zauważamy duże braki odbić impulsów lasera od drobnych bezlistnych gałązek szczytowych drzew liściastych (Rys. 3). Sytuacja ta dotyczy wszystkich analizowanych klaso-użytków w obszarze badań, tzn. obserwuje się mniejszą powierzchnię zajmowaną przez sukcesję wtórną, co wynika wyłącznie z braku odbić w obszarze koron drzew liściastych (Tab. 2; Rys. 3). Nawet godząc się z zaistniałą sytuacją zaniżania zasięgu sukcesji przez dane ISOK, należy zdecydowanie stwierdzić, iż klaso-użytek *R* zajęty w 61% przez roślinność powyżej 0.4 m nie stanowi dobrej wizytówki rejestrowi EGIB. Co ciekawe, klaso-użytek *Lz* jedynie w 25.40% był porośnięty roślinnością wyższą niż 0.40 m, co świadczy o niedokładnej taksacji lub błędach rejestru. Obszar nie nosił śladów wycinania drzew czy krzewów w przeszłości (Tab.2).

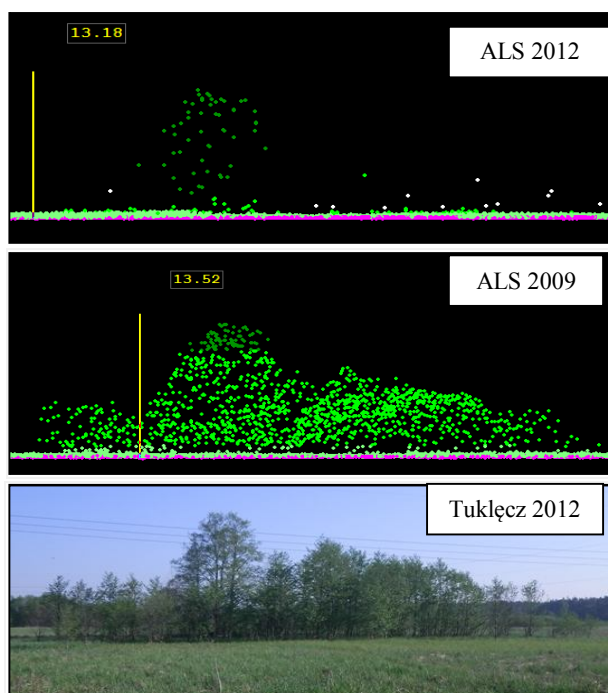
Dwa rastrowe znormalizowane modele zNMPT dla lat: 2012 oraz 2009 porównano ze sobą generując mapę zmian dynamiki sukcesji wtórnej (zNMPT<sub>2012</sub> minus zNMPT<sub>2009</sub>). Autorzy oczekiwali w zasadzie wyłącznie przyrostu wartości zNMPT<sub>2012</sub>, jednak ze względu na problemy z odbijaniem impulsów przez drzewa liściaste, otrzymano też wartości o znaku ujemnym na mapie różnicowej. Szukając jednak pozytywów tej sytuacji uznać by można, że informacja ta (a w zasadzie jej brak) posłużyć może w określeniu składu gatunkowego płatów roślinności sukcesji wtórnej.

Tabela 2. Powierzchniowy udział roślinności o charakterze sukcesji wtórnej lub „niezarejestrowanych” nasadzeń w poszczególnych analizowanych klaso-użytkach.

Klaso-użytek	Pow. klaso-użytku [ha]	Powierzchnia [ha] i udział wykrytej sukcesji w klaso-użytku [%]							
		Wariant I>0.4m		Wariant II>1m		Wariant III>2m		Wariant IV>3m	
		2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
<i>R</i>	48.36	29.52 (61.05)	25.21 (52.14)	24.95 (51.60)	21.15 (43.73)	19.59 (40.50)	17.14 (35.44)	15.18 (31.38)	13.80 (28.53)
<i>L</i>	21.20	1.29 (6.07)	0.49 (2.30)	0.97 (4.56)	0.18 (0.85)	0.68 (3.19)	0.11 (0.52)	0.48 (2.27)	0.08 (0.38)
<i>Ls</i>	6.17	5.73 (92.81)	5.00 (81.11)	5.44 (88.11)	4.64 (75.27)	5.11 (82.89)	4.21 (68.26)	4.48 (78.52)	3.87 (62.76)
<i>Lz</i>	3.73	0.95 (25.40)	0.70 (18.76)	0.72 (19.27)	0.37 (9.98)	0.55 (14.71)	0.28 (7.47)	0.44 (11.92)	0.23 (6.21)
<i>Ps</i>	0.39	0.26 (67.03)	0.18 (45.77)	0.23 (58.01)	0.14 (34.93)	0.18 (46.28)	0.10 (24.45)	0.14 (34.93)	0.07 (18.23)
<i>N</i>	0.02	0.02 (86.78)	0.01 (72.73)	0.01 (71.15)	0.01 (50.34)	0.01 (62.90)	0.01 (39.48)	0.01 (56.45)	0.01 (35.07)
<b>RAZEM</b>	79.87	37.76 (47.28)	31.60 (39.56)	32.32 (40.46)	26.49 (33.17)	26.12 (32.70)	21.83 (27.34)	21.10 (26.41)	18.05 (22.60)

Prowadzi to z jednej strony do zaniżania wyników wysokości (problemy z interpretacją zmian w wariantach) a w skrajnych przypadkach do braku wykrycia kilkumetrowych drzewek pomimo ich istnienia, co zweryfikowano w badaniach

terenowych w roku 2012 oraz 2013. Przyczyna tej sytuacji tkwi prawdopodobnie w nieodpowiednim przetwarzaniu danych typu fali ciągłej i progowania szumu, co przy słabym sygnale (duża ale dopuszczalna wysokość nalotu) i niewielkich obiektach (drobne gałęzie pozbawione liści) prowadzi do uzyskiwania zakładanej gęstości skanowania (pierwszych odbić) ale w zasadzie bezpośrednio na gruncie.



Rys. 3. Porównanie liczby zarejestrowanych punktów w chmurze ALS dla zadrzewień liściastych (Olcha czarna; *Alnus glutinosa*) dla geodanych: 2012 (ISOK) oraz 2009 (RZGW).

Dodatkowo dość mylący efekt dla początkującego badacza może wprowadzać atrybut RGB pochodzący ze zdjęć lotniczych wykonywanych w okresie jesiennym przy przebarwionym aparacie asymilacyjnym, ale jednak utrzymywany w koronach drzew. Stąd punkty ALS w obszarach zadrzewień liściastych mają barwy jesiennego lasu liściastego pomimo, iż w większości zlokalizowane są bezpośrednio na gruncie (brak impulsów w koronach).

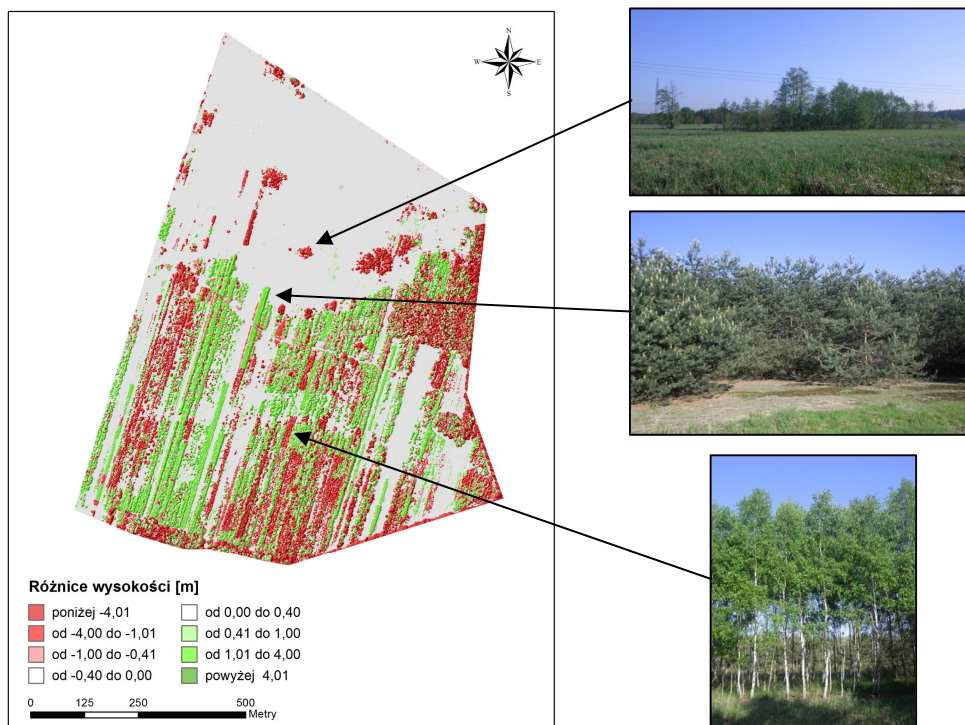
## 5. WNIOSKI

Przedstawione w pracy wyniki analiz chmury punktów ALS dowiodły, iż problem naukowy, jakim było zbadanie przydatności technologii lotniczego skanowania laserowego w monitorowaniu zmian zachodzących w krajobrazie rolniczym, został w dużym stopniu wyjaśniony i należycie udokumentowany. Wnioski, jakie można wyciągnąć na podstawie wyników można podzielić na kilka grup, tj.: dotyczące procesów aktualizacji rejestru



Weryfikacja i aktualizacja bazy klaso-użytków EGIB w oparciu o analizy chmury punktów z lotniczego skanowania laserowego na przykładzie wsi Tuklęcz w województwie świętokrzyskim

EGiB, przemian społeczno-ekonomicznych, zakresu przyrodniczego oraz wnioski techniczne.



Rys. 4. Model różnicowy „zNMPT<sub>2012</sub> – zNMPT<sub>2009</sub>” (rozdzielczość 1.0 m). Kolor czerwony wskazuje na zadrzewienia gatunków liściastych, w obszarach których odnotowano wyraźny brak chmur punktów ALS w koronach drzew (ISOK 2012).

Cyklicznie pozyskiwane dane z poziomu lotniczego w tym cyfrowe ortofotomapy lotnicze ze względu na czas ich pozyskiwania (głównie w okresie wiosennym) nie do końca są w stanie zapewnić odpowiednio dokładny monitoring zmian przestrzeni rolniczej. Wspaniałym uzupełnieniem informacji obrazowej (wielospektralnej) typu 2D, jest technologia lotniczego skanowania laserowego oferująca m.in. analizę struktury 3D roślinności na podstawie statystyk chmur punktów czy generowania modeli różnicowych. Analizowana informacja geometryczna oraz opisowa z rejestru EGiB wykazała poważne problemy przed jaką stoi ten zasób. Pomimo ogromnych nakładów na cyfryzację tego zasobu w ostatnich latach oraz tworzenia różnych systemów w wielu instytucjach (n. LPIS – ARiMR; SILP – LP) czy też działań monitoringowych i ochronnych na obszarach ESE Natura 2000, wciąż brakuje zintegrowanej informacji o przemianach krajobrazu jakie następują w wyniku zaprzestania produkcji rolniczej. Nieaktualna informacja o klaso-użytkach w EGiB, zarówno o ich geometrii jak i opisowa przekłada się wprost na tworzone lokalne plany zagospodarowania, wyznaczanie korytarzy ekologicznych czy Plany Zadań

Ochronnych. Pomimo wprowadzenia dopłat bezpośrednich dla rolników, duża liczba drobnych gospodarstw rolnych staje się nieopłacalna ze względu na silną konkurencję ze strony rolnictwa intensywnego, fragmentację działek rolnych w obrębie jednego rodzinnego gospodarstwa, i w dużym stopniu czynniki społeczne związane ze wzrostem aspiracji młodych ludzi na obszarach wiejskich i ich migrację do miast (Sikorska *et al.* 2009). Posiadanie możliwie najbardziej aktualnej informacji przestrzennej o udziale poszczególnych klas użytkowania gruntów w otaczającym nas krajobrazie jest konieczne poza prowadzeniem międzynarodowej polityki w zakresie zrównoważonego rolnictwa, także w tym w handlu emisjami gazów cieplarnianych czy sekwestracją węgla. Utrzymanie limitów na emisję CO<sub>2</sub> lub nawet ich zwiększenie (czego wymaga dynamiczny rozwój naszej gospodarki) może być także rekompensowane właśnie poprzez zasoby energii odnawialnych (zalesienia terenów nieużytkowanych rolniczo). Jak wykazują coraz liczniejsze badania integrujące poza chmurami punktów ALS także obrazy teledetekcyjne (lotnicze i satelitarne) oraz technologię ich automatycznej klasyfikacji GEOBIA (Szostak *et al.* 2013; Wężyk *et al.* 2013; Wężyk *et al.* 2009; Wężyk, de Kok 2005) powierzchnia faktycznie zajmowana przez roślinność o charakterze zadrzewień, zakrzaczeń czy też biogrup drzew i całych drzewostanów, wciąż wzrasta bardzo wyraźnie w niektórych obszarach Polski.

Praca dowiodła możliwości automatyzacji procesu przetwarzania chmur punktów ALS poprzez zastosowanie wsadowego trybu oraz integracji narzędzi dostępnych poza komercyjnymi narzędziami także w tzw. wolnym oprogramowaniu, tj. : FUSION/LDV (McGaughy 2012) i pakietu LAStools (Isenburg), co ma kluczowe znaczenia dla skrócenia czasu wykonania poprawnych analiz i rozszerzenia ich zakresu np. na analizę całego powiatu czy wręcz regionu w aspekcie dostępu do danych ALS z projektu ISOK. Prezentowane badania wykazały jednak, że w przypadku skanowania ALS poza sezonem wegetacyjnym i wyraźnym ukierunkowaniem projektu na sprawy modelowania hydrologicznego i NMT, użycie chmur punktów do detekcji zadrzewień (czy wręcz drzewostanów) liściastych jest dalekie od oczekiwań. Choć dane ALS w 2012 roku pozyskano niemal w tej samej porze roku, co dane w 2009 r., to znaczna część informacji o roślinności liściastej została utracona, zaniżając tym samym rzeczywistość powierzchnię zajmowaną przez sukcesję we wszystkich analizowanych wariantach (I – IV). Planowana kontynuacja projektu ISOK na lata 2013-14 zakłada uszczegółowienie wymagań parametrów technicznych, co powinno zagwarantować możliwość wykorzystania danych ALS również w aspekcie monitorowania przemian krajobrazów rolniczych podlegających wtórnej sukcesji leśnej.

## LITERATURA

- Axelsson P., 2000. DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII/4B, Amsterdam, s. 110 – 117
- Esri 2012. Podręczna pomoc program ArcMap Esri. ArcGIS Desktop Help
- Faliński J. B., 1986. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Wiadomości Botaniczne, Część 1: 30.1, s. 12 – 50
- GUS 2012. Główny Urząd Statystyczny. Leśnictwo. Warszawa

Weryfikacja i aktualizacja bazy klaso-użytków EGIB w oparciu o analizy chmury punktów  
z lotniczego skanowania laserowego na przykładzie wsi Tuklęcz w województwie świętokrzyskim

---

- Kaliszewski A., Kwiecień R., 2009. Synteza pracy pt. „Aktualizacja Krajowego Programu Zwiększania Lesistości 2009”. IBL Zakład Ekonomiki i Polityki Leśnej. Sękocin Stary
- McGaughey R., 2012. FUSION/LDV: Software for LiDAR Data Analysis and Visualisation. USDA
- MRiRW 2006. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Raport Rolnictwo i Gospodarka Żywnościowa w Polsce. Warszawa
- MRiRW 2011. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Raport Rolnictwo i Gospodarka Żywnościowa w Polsce. Warszawa
- Petrie G., Toth C.K., 2008. Airborne and Spaceborne Laser Profilers and Scanners. Topographic Laser Ranging and Scanning. Principles and Processing. CRC Press, London s. 50
- Szostak M., Wężyk P., Tompalski P., 2013 - Aerial Orthophoto and Airborne Laser Scanning as Monitoring Tools for Land Cover Dynamics: A Case Study from the Milicz Forest District (Poland). Pure and Applied Geophysics, Vol. 170, No. 4, DOI: 10.1007/s00024-013-0668-8
- Ustawa 2001. Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001, w sprawie ewidencji gruntów i budynków. Rozdz. 3, art. 44 i 54 oraz Rozdz. 4, art. 66 i 67
- Wężyk P., 2006. Wprowadzenie do technologii skaningu laserowego w leśnictwie. Roczniki Geomatyki, 4(4): 119-132
- Wężyk P., de Kok R., 2005. Automatic mapping of the dynamics of forest succession on abandoned parcels in south Poland. [In:] Strobl et al. (Eds.) Angewandte Geoinformatik 2005. Herbert Wichman Verlag. Heidelberg: 774 – 779
- Wężyk P., Mackiewicz M., 2011. Monitorowanie stanu wybranych zbiorowisk łąkowych obszaru Natura 2000 w Krakowie metodą analizy chmury punktów lotniczego skaningu laserowego. [W:] XVII Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Nowoczesne metody pozyskiwania i modelowania danych w fotogrametrii i teledetekcji”. 80 Lat Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji. Wrocław, 23-25.09.2010, Streszczenia referatów: 74-75
- Wężyk P., Szostak M., Tompalski P., 2009. Porównanie dokładności metody „FOTO” z automatyczną analizą danych lotniczego skaningu laserowego dla celów kontroli dopłat bezpośrednich. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 20, s. 445 – 456
- Wężyk P., Wójtowicz-Nowakowska A., Pierzchalski M., Młost J., Szafrńska B. 2013. Mapa zmian pokrycia terenu Małopolski 1986-2011 wykonana w oparciu o klasyfikację obiektową obrazów satelitarnych LANDSAT oraz RapidEye. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji. Praca w druku.
- Woźniak P., 2012. Bazy danych georeferencyjnych w ISOK. Pobrano z lokalizacji: [http://www.konferencja-isok.pl/prezentacje/5\\_P\\_Wozniak\\_Bazy\\_danych\\_georeferencyjnych\\_w\\_ISOK.pdf](http://www.konferencja-isok.pl/prezentacje/5_P_Wozniak_Bazy_danych_georeferencyjnych_w_ISOK.pdf)

**REVISION AND UPDATE OF THE EGiB LAND-USE DATABASE USING THE  
AIRBORNE LASER SCANNING POINT CLOUD – THE CASE STUDY OF  
TUKŁĘCZ VILLAGE IN ŚWIĘTOKRZYSKIE VOIVODESHIP**

KEY WORDS: EGiB register, secondary forest succession, Airborne Laser Scanning (ALS), ISOK project, GIS spatial analyses

**Summary**

Dynamic economic and social changes taking place for the past 20 years in Poland, effects often of such loss of extensive agriculture and abandonment of agricultural activities particularly on small and narrow plots, usually on the soils of poor grading. Even before the Polish accession to the EU, set-aside and fallow areas cover approx. 2.3 million ha (in 2002), but in subsequent years the area drastically decreased from 1.3 million ha (in 2004), by 1.0 million ha (2005) to 0.4 million hectares (2011). As a result of cessation of mowing meadows, grazing pastures and agricultural measures, we can observe the phenomenon of secondary forest succession (plant communities of a forest properties) leading to changes in land use and land cover classes structure. Recording changes in the agro-forestry space, update reference registers of the land and building (EGiB) and control granted to farmers subsidies (direct EU payments) requires an efficient and automated technology acquisition, processing and analysis of spatial data. In addition to the used by ARiMR (in the LPIS system) vector data and aerial orthophotomaps, there is still a need to strengthen the decision-making process such as update of current ranges of land-use classes. One of the GI technologies that could be a real breakthrough is the Airborne Laser Scanning (ALS). The study area cover 137.17 ha in the village Tukłęcz (commune Rytwiary, Staszów County, Świętokrzyskie Voivodeship). The EGiB geodata came from PODGiK in Staszów. They were two ALS point cloud data sets: one provided by the RZGW in Krakow (from airborne campaign Nov. 2009; density ~2 pts/m<sup>2</sup>) and the second from ISOK project (Nov. 2012; density ~4 pts/m<sup>2</sup>). The Terrasolid and FUSION (USDA Forest Service) and ArcGIS Esri software were used in the study. Detection of vegetation was carried out in 4 variants differ in the "height above ground" of the class "succession" (thresholds: from 0.4m, 1m, 2m and 3m). The results indicate that in each scenario (variant), in the area of arable land ("R")- class (covering 60.55% of the analyzed area) were over 70% of all detected secondary forest succession polygons, covering more than 50% of agricultural land. Secondary succession occupied from 31.38% to 61.05% the land-use "R" and from 34.93% to 67.03% of the land-use Pastures' ("Ps"), which shows the high economic transformations taking place in the area. The use of wide-scale ALS data in Poland, has been made possible by the ISOK project assuming execution to the end of 2013 for an area of about 191.000 km<sup>2</sup> of classified ALS point cloud (cloud density: 4 pts/m<sup>2</sup> – Standard I for agricultural areas; 12 pts/m<sup>2</sup> - Standard II for urban areas), digital terrain model (DTM) and the digitals (topographic) surface model (DSM). In addition, the aerial photographs are obtained in the ISOK project for coloring of ALS point clouds or for orthophoto generation purpose. Observed in the years 2002 -2010 decrease by 26% the number of farms in Poland (up to 1 ha area) is some indication that the problem of abandonment of agricultural land has not yet been closed. Regular ALS campaigns or the use of alternative technologies such as stereo-matching of aerial photographs or radar technologies, it gives a good chance to manage and monitor the changes in rural areas. This retrieved data can be used in the construction of development plans of communes or management plans of Natura2000, which largely depend on properly conducted agricultural economy (Special Protection Areas - SPA) means eg mowing overgrown meadows and pastures. On the other hand, since 1995, the National Afforestation Programme (KPZL) exist, which implies achieving 30% forest cover in Poland in year 2020 and 33% in year 2050.

Dane autorów:

dr hab. inż. Piotr Wężyk  
e-mail: rlwezyk@cyf-kr.edu.pl  
telefon: 126625082

inż. Tomasz Gęca  
e-mail: geca.tomasz@gmail.com