

Inwentaryzacja zadrzewień – klasyczne metody terenowe a nowoczesne technologie teledetekcyjne

Inventory of shelterbelts – classic field methods and modern remote sensing technologies

Nowak Maciej^{1*}, Kijowski Andrzej², Stachura-Skierczyńska Krystyna¹,

Antkowiak Michał³

¹ Wydziałowa Pracownia Biologicznych Informacji Przestrzennych, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań
e-mail: mcnowak@amu.edu.pl

² Zakład Geografii Kompleksowej, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań

³ Zakład Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

Abstract: From the point of view of estimating the condition of trees and tree stands, it is interesting to analyse not only forest complexes managed by the National Forests, but also trees and stands functioning in other forms, such as belts or clumps. For the former, there are developed appraisal reports, while for the latter – clusters of trees outside forests (shelterbelts and clumps) occurring in the natural (ravines, slopes, watersheds) and artificial (roadsides, field margins) forms – no environmental studies have been carried out. Wooded areas do not have properly established provisions in the context of management and preservation. Usually, shelterbelts, mostly roadside, are administered by municipalities which are only required to ensure safety against falling trees. To do this, they only conduct intervention inventories. Lack of a comprehensive approach to inventory of trees within the administrative units is very common. Due to the fact that estimation of phytosanitary state, species composition and spatial distribution of wooded areas is time-consuming and expensive, it is advisable to use remote sensing methods (laser scanning). Knowing their application in analyses of forest areas, the authors have made an attempt to use these methods for estimation of the basic parameters of shelterbelts. The studies were conducted in the area of Gen. D. Chłapowski Landscape Park. In order to determine spatial distribution and tree height structure of the shelterbelts, analyses of points clouds, i.e. spatial data from laser scanning (air and ground level), were performed. However, the author's primary goal was to get people who are involved in shaping the landscape interested in possibilities of modern and accessible remote sensing materials. They can be a valuable complement to classical methods of field mapping.

Słowa kluczowe: zadrzewienia, skaning laserowy, LiDAR, inwentaryzacja przyrodnicza

Keywords: shelterbelts, laser scanning, LiDAR, environmental inventory

Wprowadzenie

Zadrzewienia, jako element przestrzeni geograficznej, stanowią grupę obiektów o różnej genezie (naturalne i antropogeniczne) czy kształcie (pasowe i kępowe). Tworzą one skupiska drzew poza lasem i od dawna są postrzegane jako ważny i użyteczny element krajobrazu (Zajączkowski 2005). W krajobrazie rolniczym zadrzewienia tworzą charakterystyczne kępy oraz ciągi pasów wzdłuż miedz, cieków i dróg. Należą do nich głównie obiekty pochodzenia kulturowo-agrotechnicznego, znajdujące się np. w rejonie Nowego Tomyśla (województwo wielkopolskie) czy w okolicach miejscowości Bobolice na Pomorzu Środkowym (fot. 1). Interesującym przykładem układu antropogenicznego jest sieć zaprojektowana i wykonana w latach 20. XIX w. przez Gen. D. Chłapowskiego w obrębie wsi Turew w południowej części Niziny Wielkopolskiej (Nowak 2011). Wyróżnić należy także zadrzewienia pochodzenia naturalnego związane z dolinami rzecznyymi, brzegami zbiorników wodnych, wąwozami i krawędziami (Roztocze). Istotnym z punktu widzenia proponowanych w niniejszej publikacji teledetekcyjnych metod inwentaryzacji są powierzchnie określane mianem spontanicznej sukcesji drzewiasto-krzewiastej wchodzącej na czasowo odłogowane grunty orne, które należy zaklasyfikować do złożonych typów zadrzewień o zróżnicowanej i trudnej do określenia typologii.

Zadrzewienia ulepszają strukturę krajobrazu dzięki ich wielofunkcyjnej strukturze (Wilusz, Jaworski 1960, Hejmanowski 1970, Zajączkowski 1977, Wołk 1980, Karg 1982, Soltner 1988, Górny 1993, Forman 1995, Latos, Lipiński 1995, Bałazy i in. 1998, Kędziora, Ryszkowski 2001). Istotną funkcją pasów zadrzewień jest między innymi zdolność modyfikowania warunków klimatycznych. Zmieniają się one w zależności od wysokości i zawartości zadrzewienia (Ryszkowski 1975). Sieć zadrzewień wpływa na warunki wodne poprzez magazynowanie wody, transpirując o 22% więcej wody niż łąki i 34% więcej niż grunty orne (Kędziora, Ryszkowski 2001). Do istotnych korzyści należy również ochrona gleb przed erozją wodną i wietrzną, stymulowanie bio- i georóżnorodności czy pochłanianie nadmiaru biogenów stanowiąc tzw. barierę biogeochemiczną (Kędziora, Ryszkowski 2001). Do podstawowych korzyści biocenotycznych zadrzewień, jako użytków ekologicznych, zalicza się funkcje w postaci lokalnych banków genów dzikich gatunków roślin i zwierząt oraz ostoi różnorodności biologicznej, miejsc gnieźdzenia się i żerowania drobnej zwierzyny między innymi łownej tzw. remiz, ostoi użytecznych gatunków roślin leczniczych i miododajnych, ostoi zwierząt uczestniczących w biologicznej ochronie plonów i sprzyjających zachowaniu ekologicznej równowagi, korytarzy ekologicznych łączących obszary przyrodniczo cenne (Nowak 2011). Ponadto, sieć zadrzewień minimalizuje wrażenie monotonii krajobrazów wielkoobszarowego rolnictwa (Richling, Solon 2002) oraz wpływa na zwiększenie atrakcyjności krajobrazowej obszarów przekształconych antropogenicznie.

Mimo niewątpliwych korzyści związanych z zadrzewieniami i ich istotnej roli w krajobrazie, niewiele wiadomo na temat ich rozmieszczenia w skali Polski. Nie ma atlasów czy opracowań na temat ich długości bądź powierzchni w układach lokalnych, regionalnych i krajowych. Problem ten dotyczy to przede wszystkim najcenniejszych przyrodniczo i użytkowo układów zadrzewień w krajobrazach rolniczych. Natomiast te, związane z drogami są zinwentaryzowane. Wynika to jednak z obowiązku ustawowego, na mocy którego administrator drogi musi zadbać o bezpieczeństwo jej użytkowników. Poza samym rozkładem przestrzennym zadrzewień nieopisana jest również struktura gatunkowa roślin budujących układy pasowe czy kępowe, a także ich stan fitosanitarny w skali lokalnej czy też całych regionów. Proponowane w praktyce metody podstawowej diagnostyki drzew (Suchocka 2014) oparte na terenowym kartowaniu cech drzewostanu są czasochłonne i kosztowne. Sprawdzają się w skali lokalnych inwentaryzacji szczegółowych np. w procedurach OOS i są bardzo pomocne w badaniach naukowych. Jednak często nie przydają się w inwentaryzowaniu dużych powierzchni terenu przez organy administracji państwowej ze względu na uwarunkowania ekonomiczne i czasowe.

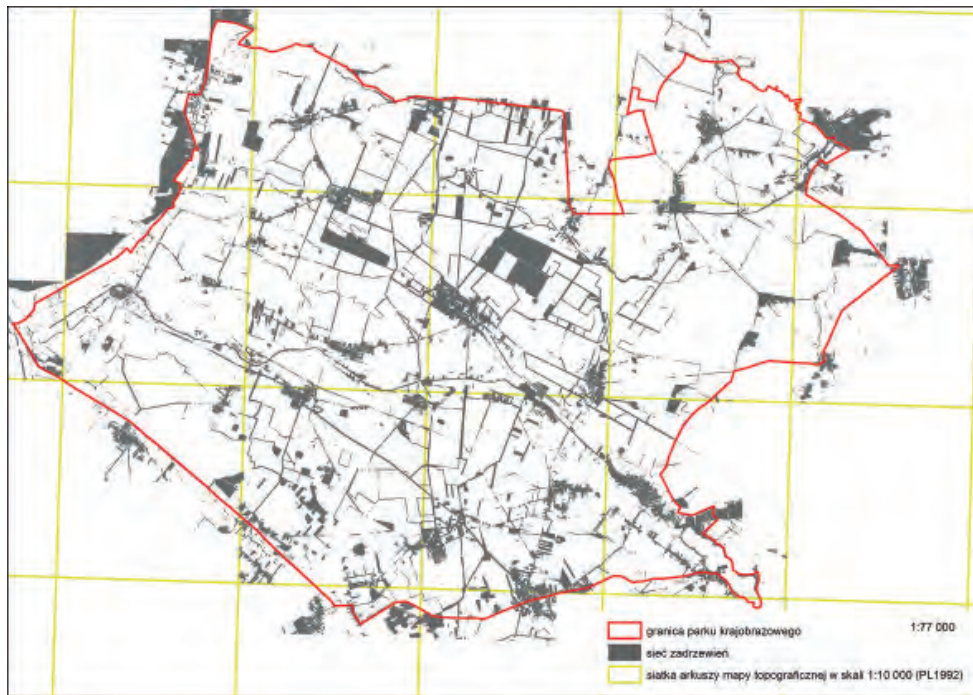
Ponadto, jak wynika ze studium przypadków w różnych gminach Polski, potencjał zadrzewień nie zawsze jest przedmiotem troski służb samorządowych. Usuwane drzewa czy całe pasy i kępy zadrzewień zagrożone powaleniem najczęściej nie są odtwarzane. Zarządcy pozbywają się w ten sposób kosztów związanych z pielęgnacją i kontrolą stanu fitosanitarnego drzew. Ponadto obserwowane są liczne przypadki nielegalnych wycieków drzew i krzewów, prowadzone przez ich właścicieli pomimo funkcjonującej w gestii samorządów wykładni formalno-prawnej do wyceny drzew, która opiera się na licznych zapisach prawnych (m. in. art. 85 ust. 1–2 i 4–6, art. 88 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, Dz. U. nr 92 z 2004 r.,



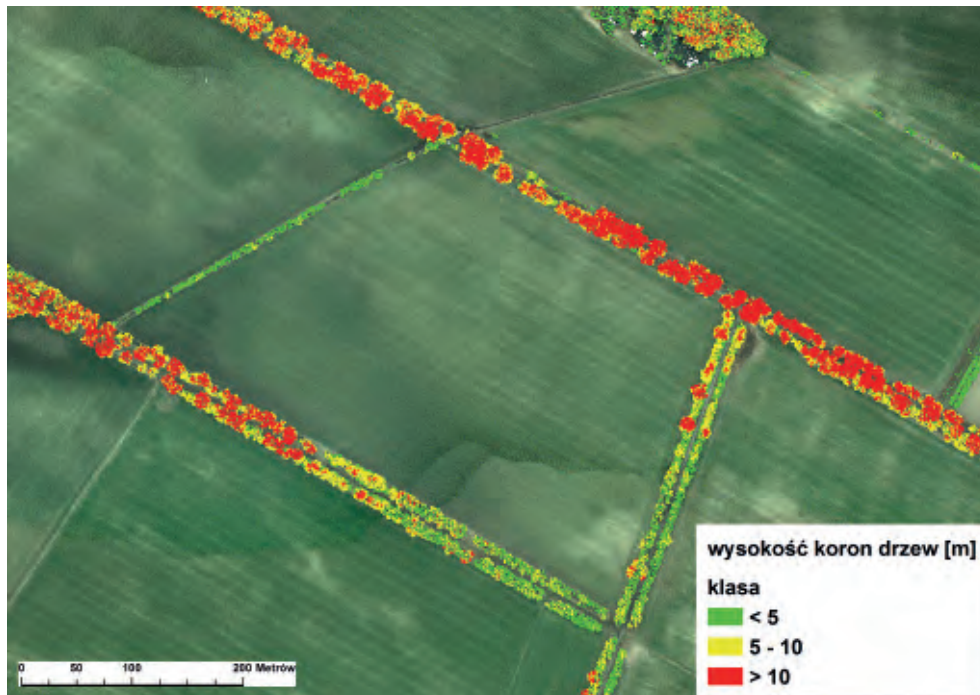
Fot. 1. Zadrzewienia pochodzenia antropogenicznego w miejscowości Cybulino, okolice Bobolic (fot. W. Rączkowski)
Photo 1. Shelterbelts of anthropogenic origin in Cybulino, around Bobolice (photo by W. Rączkowski)



Fot. 2. Pas zadrzewienia śródpolnego robinowo-dębowego na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezyderygo Chłapowskiego (fot. M. Nowak)
Phot. 2. Robinia – Oak shelterbelt in General Dezydery Chłapowski Landscape Park (photo by M. Nowak)



Ryc. 1. Rozkład przestrzenny sieci zadrzewień na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezydery Chłapowskiego
 Fig. 1. Spatial distribution of shelterbelt's network within General Dezydery Chłapowski Landscape Park



Ryc. 2. Klasyfikacja wysokości drzew wybranych pasów zadrzewień na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezydery Chłapowskiego
 Fig. 2. Classification of tree height of chosen shelterbelts within the General Dezydery Chłapowski Landscape Park

poz. 880). W przypadku usunięcia drzew lub krzewów bez wymaganej zgody administracyjnej, właściwy organ – wójt, burmistrz albo prezydent miasta – wymierza administracyjną karę pieniężną za usuwanie drzew lub krzewów bez wymaganego zezwolenia. W oparciu o przedstawioną podstawę prawną dendrologdy proponują metodykę obliczenia wysokości należnej kary administracyjnej, która opiera się o wskaźniki takie jak gatunek drzewa/krzewu, szacowana średnica pnia (informacje możliwe do pozyskiwania za pomocą metod zdalnych), stawka gatunkowa za cm obwodu czy współczynnik różnicujący w zależności od pierśnicy, które to elementy dają podstawę do naliczenia wysokości kary pieniężnej w przypadku zaistniałej szkody. W tabeli 1 przedstawiono wyliczenia kar za usunięcie drzew w gminie Głubczyce (Kijowski 2015) jako przykład zastosowania klasycznej metody dendrologicznej (fitosocjologicznej) do naliczania kar administracyjnych za wycinki drzew.

Aby szacować wpływ sieci zadrzewień na lokalne, regionalne czy krajowe struktury krajobrazowe czy bezpieczeństwo ludzi i mienia należy opracować, poza funkcjonującymi czaso- i pracochłonnymi klasycznymi metodami oceny stanu zadrzewień, mechanizm, który w krótkim czasie pozwoli na opracowanie zasobu danych opisujących badane układy krajobrazowe. Wysokie koszty terenowej inwentaryzacji stanu fitosanitarnego zadrzewień pozostających w administracji samorządowej oraz powszechny brak podstawowych

Tabela 1. Wysokości kar za wycięcie wybranych gatunków drzew
Table 1. The level of sanctions for eradication of selected tree species

Wyliczenie kary za usunięcie 27 drzew podczas eksploatacji wyrobiska w latach 1996-2010 na działce 692/25					
L.p.	Gatunek drzewa	Szacowana średnica	Stawka gatunkowa za cm obwodu	Współczynnik różnicujący w zależności od pierśnicy	Wyliczona wysokość kary
1	głóg dwuszyjkowy	30	82,71	1,51	16 860,43 zł
2	głóg dwuszyjkowy	31	82,71	1,51	17 422,45 zł
3	głóg dwuszyjkowy	32	82,71	1,51	17 984,46 zł
4	głóg dwuszyjkowy	30	82,71	1,51	16 860,43 zł
5	głóg dwuszyjkowy	31	82,71	1,51	17 422,45 zł
6	głóg dwuszyjkowy	37	82,71	1,51	20 794,53 zł
7	głóg dwuszyjkowy	38	82,71	1,51	21 356,55 zł
8	głóg dwuszyjkowy	38	82,71	1,51	21 356,55 zł
9	głóg dwuszyjkowy	38	82,71	1,51	21 356,55 zł
10	głóg dwuszyjkowy	41	82,71	1,51	23 042,59 zł
11	głóg dwuszyjkowy	42	82,71	1,51	23 604,61 zł
12	głóg dwuszyjkowy	42	82,71	1,51	23 604,61 zł
13	głóg dwuszyjkowy	43	82,71	1,51	24 166,62 zł
14	głóg dwuszyjkowy	44	82,71	1,51	24 728,64 zł
15	głóg dwuszyjkowy	44	82,71	1,51	24 728,64 zł
16	głóg dwuszyjkowy	45	82,71	1,51	25 290,65 zł
17	dąb	147	82,71	3,7	202 436,86 zł
18	olsza czarna	69	12,51	2,37	9 205,92 zł
19	olsza czarna	94	12,51	2,37	12 541,40 zł
20	olsza czarna	94	12,51	2,37	12 541,40 zł
21	jesion wyniosły	38	82,71	1,51	21 356,55 zł
22	jesion wyniosły	41	82,71	1,51	23 042,59 zł
23	jesion wyniosły	44	82,71	1,51	24 728,64 zł
24	jesion wyniosły	44	82,71	1,51	24 728,64 zł
25	jesion wyniosły	50	82,71	1,51	28 100,72 zł
26	klon	50	12,51	1,51	4 250,27 zł
27	klon	50	12,51	1,51	4 250,27 zł
Sumaryczne naliczenie kary:					707 764,02 zł

Źródło/Source: A. Kijowski (2015).

danych o przedmiotowych obiektach, przede wszystkim o rozmieszczeniu i całkowitej długości pasów oraz powierzchni kęp, zdeterminowały potrzebę podjęcia badań przez autorów nad poszukiwaniem metod zdalnego identyfikowania cech zadrzewień. Wykorzystanie nowoczesnych technologii zdalnego pozyskiwania danych przestrzennych (przy założeniu integracji metody kartowania klasycznego i zdalnego) wydaje się być sposobem na osiągnięcie oczekiwanego efektu w zakresie budowy zasobów informacji o obiektach tworzących krajobraz. To właśnie próba wykorzystania materiałów teledetekcyjnych (chmury punktów ze skanowania lotniczego) w detekcji podstawowych parametrów pasów zadrzewień w krajobrazie rolniczym jest celem badań realizowanych przez autorów artykułu. Jednak celem nadrzędnym, przyświecającym autorom artykułu, jest chęć zainteresowania osób zajmujących się kształtowaniem krajobrazu możliwościami wykorzystania nowoczesnych i coraz powszechniej dostępnych materiałów teledetekcyjnych. Mogą one stanowić cenne uzupełnienie bądź często już alternatywę dla klasycznych metod kartowania terenowego.

Material i metody

Do podstawowych parametrów opisujących zgrupowania drzew poza lasem należą (Zawadzki i in. 2004): cechy morfologiczne (wysokość drzewa, jego pierśnica, średnica i zwartość korony), skład gatunkowy, stan fitosanitarny (m. in. stan gałęzi i pędów, konarów, nasady korony, pnia i odziomka). Do identyfikacji w/w elementów autorzy proponują nowe rozwiązanie w kartowaniu zadrzewień oparte na podejściu techniczno-pomiarowym z zastosowaniem metod teledetekcyjnych. Nakierowane jest ono na opracowanie metryk identyfikujących podstawowe cechy drzewostanu oraz obraz przestrzennego rozkładu drzew. Dedykowanym do realizacji przedmiotowych analiz materiałem teledetekcyjnym są chmury punktów ze skanowania lotniczego ALS (*Aerial Laser Scanning*) i z poziomu naziemnego TLS (*Terrestrial Laser Scanning*). Pozyskiwanie danych odbywa się przy użyciu aparatury zawierającej dalmierz laserowy (promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu bliskiej podczerwieni) oraz system pomiaru i zapisu prędkości fali odbitej od obiektu na powierzchni terenu. Dodatkowo, system zapisuje informacje o intensywności odbicia i tzw. echu odbicia tj. liczby odbić wysłanej wiązki lasera od kolejnych obiektów do momentu ostatniego odbicia, po którym promieniowanie powraca do aparatury zapisującej fale odbite. Własność ta odgrywa istotną rolę w modelowaniu struktur koron drzew. Wymieniony zakres atrybutów opisujących punkty odbicia fal od obiektów funkcjonuje w ramach produktów LiDAR (*Light Detecting And Ranging*), w skład których wchodzi między innymi pliki z danymi wysokościowymi zapisanymi w formacie „las”. Baza danych opisująca punkty ze skanowania zawiera również atrybut o nazwie „Classification”, który powstaje na podstawie zdefiniowania obiektu, od którego odbiła się wiązka lasera. Wyróżnia się tu między innymi klasę „2” – grunt, klasę „3” „4” i „5” (odpowiednio niska roślinność do 40 cm, średnia – do 2 m i wysoka roślinność powyżej 2 m), klasa „6” – budynki czy klasa „9” – wody. Przy określaniu cech drzewostanu i pojedynczych drzew na uwagę zasługuje dokładność pomiarowa produktów LiDAR – błąd lokalizacyjny osiąga wartości 40–50 cm, natomiast błąd wysokościowy to 10–15 cm. Studia oparte o dane LiDAR pozwalają określać między innymi wysokość drzewostanu (Popescu i in. 2002; Coops i in. 2007), biomasę (Lim, Treitz 2004; Næsset, Gobakken 2008), objętość drewna (Packalén, Maltamo 2006; Donoghue i in. 2007) czy gęstość drzewostanu (Hudak i in. 2008; Jaskierniak i in. 2011). Ponadto, zbiory chmur punktów ALS pozwalają identyfikować martwe drewno czy krzewy w podszycie (Martinuzzi i in. 2009) oraz monitorować etapy sukcesji drzewostanów (Falkowski i in. 2009).

Badania nad użytecznością chmur punktów ALS w opracowywaniu rozkładu przestrzennego i wysokościowego zadrzewień pasowych w krajobrazie rolniczym przeprowadzono przy wykorzystaniu 179 plików „las” pokrywających obszar Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezyderego Chłapowskiego (południowa Wielkopolska). Materiał pozyskano z zasobów Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Analiza chmur punktów została wykonana w oparciu o oprogramowanie SAGA Gis i ArcGIS.

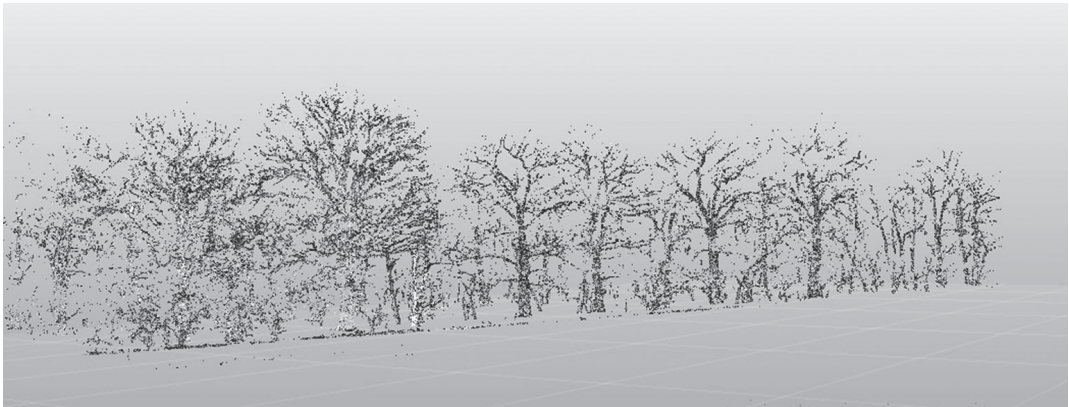
Poza inwentaryzacją całych układów pasowych i kępowych istnieje potrzeba diagnozowania stanu drzew pojedynczych oraz wybranych fragmentów pasów w kontekście parametrów podstawowej diagnostyki drzewa. W tym celu coraz częściej stosuje się naziemny skaning laserowy (TLS). Szereg badań naukowych potwierdza niezmiernie duży potencjał technologii TLS (nie wszystkie elementy drzew są dostrzegalne

podczas analizy chmury punktów ALS). Dotyczy to przede wszystkim pomiaru i modelowania chmury w celu określenia z poziomu gruntu wybranych parametrów drzew i drzewostanów takich jak (Wężyk i in. 2009): liczba drzew i ich zagęszczenie, zwarcie koron, LAI (powierzchnia projekcyjna liści), średnica pnia na dowolnej wysokości, wysokość wierzchołka drzewa, wysokość podstawy korony, długość korony, powierzchnia korony, zbieżność i krzywizna pnia. Autorzy artykułu przeprowadzili w 2013 roku skanowanie naziemne wybranych pasów zadrzewień na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezyderego Chłapowskiego. Do skanowania drzewostanu został wykorzystany skaner laserowy ILRIS HD firmy Optech (Kijowski i in. 2013). Skaner mierzy punkty o współrzędnych przestrzennych XYZ (sprzężenie z modulem GPS) wraz z intensywnością odbicia sygnału laserowego. Surowe dane pochodzące ze skaningu laserowego można poddać dowolnej obróbce i uzyskać informacje np. o rzeczywistych wymiarach mierzonego obiektu (wektor lub model 3D).

Wyniki

W ramach analizy plików „las” w obrębie Parku określono rozkład przestrzenny sieci zadrzewień (pasy i kępy) w krajobrazie rolniczym (ryc. 1). Ich rozkład nie jest jednak równomierny – największa gęstość sieci występuje w centralnej i południowej części Parku. W ramach badań określono również strukturę wysokościową drzew. Na rycinie 2 przedstawiono wizualizację wybranych pasów drzew sklasyfikowanych w trzech przedziałach wysokości (klasyfikacja na podstawie przeciętnych wysokości drzew i krzewów): pierwsza klasa – do 5 m, druga klasa – do 10 m, trzecia klasa – powyżej 10 m. Ponadto, analiza chmur punktów pozwoliła policzyć liczbę drzew poprzez pomiar wierzchołków drzew, zwartość drzewostanu (analiza struktury podszytu i koron drzew). Podjęto również próbę szacowania gatunków drzew. Należy jednak podkreślić, iż proces oznaczania gatunków drzew na podstawie kształtu drzewa wygenerowanego z chmury punktów jest tym trudniejszy, im większa jest zwartość drzewostanu. Parametrem uzupełniającym w identyfikacji gatunków drzew może być atrybut intensywności odbicia. Współczynnik intensywności odbicia (dla długości fali 900 nm) dla drzew iglastych waha się w granicach 30%, a dla drzew liściastych – 60%. Na wybranych do analizy pasach drzew szacowanie struktury gatunkowej w oparciu o chmurę punktów nie przyniosło oczekiwanego efektu.

Równoległe do analiz zadrzewień w oparciu dane LiDAR, przeprowadzono na terenie Parku pomiary skanerem naziemnym. Skanowaniu w dniach 24–25 kwietnia 2013 r. poddano trzy typy pasów: zadrzewienie wzdłuż cieku z dominującym gatunkiem *Alnus glutinosa*, zadrzewienie przydrożne dwurzędowe z dominującym *Robinia pseudoacacia* i *Quercus robur* (fot. 2) i zadrzewienie przydrożne jednorzędowe z gatunkiem *Populus nigra*. Z uwagi na typ skanera (tzw. typ kamera) i jego ograniczone pole widzenia, aby zeskanować interesujący badacza obiekt należało oddalić się na odpowiednią odległość. Wiązka lasera ma charakter rozbieżny i średnica plamki lasera zwiększa się wraz ze wzrostem odległości od mierzonego obiektu, co wywołuje znaczne „szумы” (błędy) w okolicach krawędzi obiektów tj. krawędzi pni drzew, koron drzew (ryc. 3). Usuając „szумы” otrzymano duże ubytki w pomierzonej chmurze punktów. Również z powodu pola widzenia skanera, nie można było zastosować mobilnego pomiaru. Technologia TLS napotyka zatem sporo ograniczeń w zakresie samego skanowania w trudnych warunkach drzewostanowych oraz na etapie obliczeń ze względu na pracochłonność przetwarzania (modelowania) dużych zbiorów danych – punktów XYZ (Wężyk i in. 2009). Aby zoptymalizować pomiar wskazane byłoby zastosowanie innego typu skanera np. skanera fazowego mogącego rejestrować 0,5–1 mln pkt/s z tzw. panoramicznym polem widzenia. Stosując taki skaner można wykonać pomiar z mniejszej odległości, a co za tym idzie – pozbawiony większości „szumów”. W ramach badań zaplanowano również wykonanie pomiarów metodą skaningu naziemnego mobilnego. Obecnie pomiar stacjonarny takich parametrów jak pierśnica, wysokości drzewa, mający na celu określenie wielkości biomasy pasa zadrzewienia odbywa się w sposób ręczny i jest procesem bardzo czasochłonnym. Aby móc wykorzystywać naziemny skaning laserowy do inwentaryzacji pasów zadrzewień należałoby opracować algorytm, który mógłby w pewnym stopniu zautomatyzować ten proces. Automatyzacji powinny podlegać takie czynności jak: pomiar pierśnicy (wygenerowanie płaszczyzny odpowiadającej terenowi przy badanym pasie zadrzewienia, podniesienie płaszczyzny o wysokość 1,3 m, wykonanie przekroju płaszczyzną przez chmurę punktów, otrzymanie



Ryc. 3. Obraz zeskanowanego pasa zadrzewienia robiniowo-dębowego na terenie Parku Krajobrazowego im. Gen. Dezyderygo Chłapowskiego (po filtracji)

Fig. 3. Scanned image of Robinia - Oak shelterbelt in General Dezydery Chłapowski Landscape Park, after filtration

średnicy drzew) oraz filtracja chmury punktów pod kątem intensywności odbicia, pozostawiająca tylko punkty charakteryzujące badane obiekty.

Dyskusja

Zadrzewienia w krajobrazie rolniczym, charakterystyczne dla niemalże całej Europy, nie są jak dotąd skartowane w skali krajowej czy nawet regionalnej. Sieci zadrzewień pozostają oczywiście obiektem badań naukowych, lecz głównie na niewielkich powierzchniach, nie dając wyniku w postaci pełnego tła stanowiącego potencjał przyrodniczy i gospodarczy w analizach krajobrazowych o charakterze naukowym czy działaniach administracji państwowej. Heterogeniczny charakter zadrzewień (rozbudowana typologia związana z kształtem, składem gatunkowym, funkcjami) i ich znaczne rozproszenie w przestrzeni, znacząco utrudniają pozyskanie informacji o nich. Głównym kierunkiem zainteresowania naukowego czy gospodarczego są przede wszystkim kompleksy leśne bądź otwarte tereny łąkowo-pastwiskowe mające zazwyczaj charakter jednorodny, o których informacje pozyskuje się metodami teledetekcyjnymi już od lat 60. XX w. (Ciołkosz 1999). Celowym więc będzie użycie metod zdalnego pozyskiwania informacji przestrzennych (kartowanie wielkoobszarowe) tj. metod teledetekcyjnych przy użyciu kamer spektralnych i skanerów laserowych. Pozwolą one na uzyskanie szeregu informacji w krótkim czasie ze znacznej powierzchni. Jak dotąd nie opracowano algorytmu postępowania służącego automatycznej fotointerpretacji materiałów fotograficznych czy chmur punktów pod kątem typów zadrzewień, ich składu gatunkowego czy stanu fitosanitarnego. Podkreślając wysoki poziom heterogeniczności zadrzewień, a tym samym – ich rozbudowaną typologię, niełatwe będzie użycie jednolitego algorytmu klasyfikacji nienadzorowanej materiałów teledetekcyjnych. W tym celu autorzy prowadzą badania nad kluczami fotointerpretacyjnymi podstawowych cech, między innymi dla zadrzewień złożonych – wielorzędowych oraz układów czyniowych.

Należy podkreślić, że wykorzystanie nowoczesnych narzędzi teledetekcyjnych do kartowania podstawowych cech zadrzewień stanowi niezaprzeczalną szansę na opracowanie tzw. tła środowiskowego na poziomie zerowym, które mogłyby być następnie poddawane dalszym, szczegółowym analizom w badaniach krajobrazowych w różnej skali. Ponadto, oczekując na kolejne serie skanowania lotniczego w ramach projektu Polska 3D czy nalotów regionalnych wykorzystujących bezzałogowe platformy latające, można rozpocząć monitorowanie zmian w układach zadrzewień. Podjęcie kontroli drzewostanu pozwoli w pewnym stopniu eliminować nielegalne praktyki wycinek drzew. Z kolei postępujący we wschodniej części Polski proces scalania gruntów, przyczyniający się do zubożenia krajobrazu rolniczego, również mógłby zostać poddany przedmiotowemu monitoringowi.

Podziękowania

Serdecznie dziękujemy Panu prof. UAM dr hab. Włodzimierzowi Rączkowskiemu za udostępnienie fotografii 1, którą wykonał w ramach projektu „Nieinwazyjne rozpoznanie potencjału zasobów archeologicznych rejonu Bobolic, woj. zachodniopomorskie” (nr zadania 3805/14), realizowanym przez Instytut Prahistorii UAM.

Literatura

- Bałazy S., Ziomek K., Weyssenhoff H., Wójcik A. 1998. Zasady kształtowania zadrzewień śródpolnych. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.) Kształtowanie środowiska rolniczego na przykładzie Parku Krajobrazowego im. Gen. D. Chłapowskiego, Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań, s. 49–65.
- Ciołkosz A. 1999. Interpretacja zdjęć lotniczych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Coops N.C., Hilker T., Wulder M.A., St-Onge B., Newnham G., Siggins A., Trofymow J.A. 2007. Estimating canopy structure of Douglas-fir forest stands from discrete-return LiDAR. *Trees Struct Funct* 21, s. 29–310.
- Donoghue D.N.M., Watt P.J., Cox N.J., Wilson J. 2007. Remote sensing of species mixtures in conifer plantations using LiDAR height and intensity data. *Remote Sens. Environ.* 110, s. 509–522.
- Falkowski M.J., Evans J.S., Martinuzzi S., Gessler P.E., Hudak A.T. 2009. Characterizing forest succession with lidar data: an evaluation for the Inland Northwest USA. *Remote Sens. Environ.* 113, s. 946–956.
- Forman R. T. 1995. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Górny M. 1993. Rola zadrzewień w krajobrazie rolniczym. W: Sołtysiak U. *Rolnictwo ekologiczne. Od teorii do praktyki.* Warszawa, s. 123–130.
- Hejmanowski S. 1970. Zadrzewienia i ich znaczenie gospodarcze. W: *Sylwan* 2, s. 8–9.
- Hudak A.T., Crookston N. L., Evans J.S., Hall D.E., Falkowski M.J. 2008. Nearest neighbor imputation of species-level, plot-scale forest structure attributes from LiDAR data. *Remote Sens. Environ.* 112, s. 2232–2245.
- Jarocińska A., Zagajewski B. 2009. Remote sensing tools for analyzing state and condition of vegetation. *Annals of Geometrics, Polish Association for Spatial Information* 7 (2/32), s. 47–54.
- Jaskierniak D., Lane P.N.J., Robinson A., Lucieer A. 2011. Extracting LiDAR indices to characterise multilayered forest structure using mixture distribution functions. *Remote Sens. Environ.* 115, s. 573–585.
- Karg J. 1982. Wpływ struktury krajobrazu rolniczego jako czynnik intensyfikujący procesy regulacji biocenotycznej. W: *Biuletyn Parków Krajobrazowych*, s. 17–28.
- Kędziora A., Ryszkowski L. 2001. Ocena wpływu struktury krajobrazu na bilans cieplny i wodny zlewni wraz z określeniem jej modyfikującej roli dla efektów zmian klimatycznych. W: A. Karczewski i Z. Zwoliński (red.) *Funkcjonowanie geosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych – monitoring, ochrona, edukacja.* Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań, s. 202–223.
- Kijowski A., Nowak M., Plewa W., Świątłoch D. 2013. Quantitative and qualitative potential of shelterbelts. Ground measurements of shelterbelts with laser scanner. *Methods & Instruments.* W: R. Lasaponara, N. Masini, M. Biscione (Edit.) *Towards Horizon 2020: Earth Observation and Social Perspectives*, CNR, Italy, s. 799–804.
- Kijowski A. 2015. Opina w zakresie interpretacji zdjęć lotniczych dla działek ewidencyjnych 149/15 149/16 na okoliczność stwierdzenia nielegalnej wycinki drzew. Zamawiający: Urząd Gminy Głubczyce.
- Latos A., Lipiński K. 1995. Zadrzewienia. *Biblioteka Leśniczego* 58, s. 3–17.
- Lim K.S., Treitz P.M. 2004. Estimation of above ground forest biomass from airborne discrete return laser scanner data using canopy-based quantile estimators. *Scand. J. Forest. Res.* 19, s. 558–570.

- Martinuzzi S., Vierling L.A., Gould W.A., Falkowski M.J., Evans J.S., Hudak A.T., Vierling K.T. 2009. Mapping snags and understory shrubs for a LiDAR-based assessment of wildlife habitat suitability. *Remote Sens. Environ.* 113, s. 2533–2546.
- Næsset E., Gobakken T. 2008. Estimation of above- and below-ground biomass across regions of the boreal forest zone using airborne laser. *Remote Sens. Environ.* 112, s. 3079–3090.
- Nowak M. 2011. Zadrzewienia śródpolne jako stymulator geo- i bioróżnorodności. *Czasopismo Geograficzne* 82 (3), s. 271–283.
- Packalén P., Maltamo M. 2006. Predicting the plot volume by tree species using airborne laser scanning and aerial photographs. *Forest Sci.* 52, s. 611–622.
- Popescu S.C., Wynne R.H., Nelson R.F. 2002. Estimating plot-level tree heights with lidar: local filtering with a canopy-height based variable window size. *Comput. Electron. Agr.* 37, s. 71–95.
- Richling A., Solon J. 2002. *Ekologia krajobrazu*. PWN. Warszawa.
- Ryszkowski L. 1975. Przegląd badań wykonanych w Turwi na temat wpływu środowiska przyległych pól. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rolniczych* 166, s. 71–82.
- Soltner D. 1988. L'arbre et haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique et la cadre de vie rural. Université de Rennes.
- Suchocka M. 2014. Podstawowa diagnostyka drzew. W: Witkoś-Gnach K., Tyszko-Chmielowiec P. (red.) *Drzewa w krajobrazie*, Fundacja EkoRozwoju, Wrocław.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. *Dz. U.* 2004 nr 92 poz. 880.
- Wężyk P., Sroga R., Szwed P., Szostak M., Tompański P., Kozioł K. 2009. Wykorzystanie technologii naziemnego skaningu laserowego w określaniu wybranych cech drzew i drzewostanów. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* 19, s. 447–457.
- Wilusz Z., Jaworski J. 1960. Znaczenie ekologiczne zadrzewień. *Postępy nauk rolniczych* 3, s. 63–70.
- Wołk A. 1980. Podział, funkcje i stadia rozwojowe zadrzewień. *Sylvan* 9, s. 3–39.
- Zajączkowski K. 1977. Zadrzewienia jako czynnik kształtowania krajobrazu. W: *Znaczenie zadrzewień w kształtowaniu przyrodniczego środowiska człowieka*. Materiały z konferencji naukowej Sękocin 09. 1977, IBL, s. 10–17.
- Zajączkowski K. 2005. Regionalizacja potrzeb zadrzewieniowych w Polsce. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, Warszawa.
- Zawadzki J., Cieszewski Ch., Zasada M. 2004. Zastosowanie metod geostatystycznych do wyznaczania cech taksacyjnych i parametrów biofizycznych lasów technikami teledetekcyjnymi. *Sylvan* 3, s. 51–62.