

Sekcja Geomatyczna Koła Leśników w projekcie Pomerania – najnowsze technologie geomatyczne w szacowaniu biomasy drzew

Geomatics section academic circle foresters in Pomerania project – the latest technologies in geomatics in tree biomass evaluation.

Agnieszka WOŁOSZ

Słowa kluczowe: teledetekcja, skaning laserowy.

Key words: remote sensing, laser scanning.

Otrzymano: 9 września 2012; **Zaakceptowano:** 17 marca 2013

Received: 9 September 2012; **Accepted:** 17 March 2013

Geomatic section at the Faculty of Forestry, Poznan University of Life Sciences organized the scientific forest camp for forestry students (Forseen POMERANIA Camp). It was organized in the frame of the scientific project „Development of trans-border decision support system for remote and model assessment of forest dendromass in Pomerania Region”. Students actively attended in the measurements of model trees on the experimental plots located in the Drawno Forest Inspectorate. This task was supported by UE funds (INTERREG IV).

During the measurements the latest remote sensing technologies and very specific equipments were applied. One of the goals of this project are to build the transgenic information system “Biomass” as well as elaborate the cheaper and faster methods of data collection on stand biomass. Thanks to laboratory results and tree measurements it will be able to elaborate models describing the dependencies.

Wstęp

Obecnie obserwowany jest wyraźny wzrost zainteresowania tematem biomasy lasów. Dane jakimi obecnie dysponujemy o kompleksach leśnych wymagają wciąż poszukiwania nowych, efektywniejszych metod ich pozyskiwania. Ma to związek z tym, że tradycyjne metody inwentaryzacji są czasochłonne i obciążone wysokimi kosztami. Odpowiednie mogą natomiast okazać się metody teledetekcyjne, stwarzające możliwość oszacowania wielu parametrów w sposób szybki a przede wszystkim dokładny. Dynamiczny rozwój tych technologii w znacznym stopniu zmniejsza koszty ich wykorzystania i zastosowania w praktyce leśnej. Problematyka energetyczna związana z potrzebą zwiększania udziału energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych oraz kumulacji dwutlenku węgla w lasach przyczyniły się także do tego, że musimy posiadać informacje o biomacie całych drzew. Do tej pory wystarczającym była znajomość

przede wszystkim objętości drewna grubego w drzewostanach starszych klas wieku, pomijano natomiast inne zasoby zakumulowanego węgla, w postaci pniaków czy też drewna „martwego”.

Informacje o projekcie

Realizację projektu badawczego „Opracowanie transgranicznego systemu wspomagania procesów decyzyjnych dla zdalnej i modelowej oceny biomasy drzewnej w lasach obszaru wsparcia Pomerania” przewidziano na lata 2011-2013. Jest on współfinansowany przez Unię Europejską z programu „Europejska Współpraca Terytorialna” – „Współpraca Transgraniczna”, znanego jako Interreg IVa. Teren projektu obejmuje lasy Euroregionu Pomerania. Polska część projektu w zakresie badań w kompleksach leśnych realizowana jest na obszarze Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych Szczec-

cin w Nadleśnictwie Drawno. Powierzchnie badawcze głównie obejmowały obręb Dominikowo. W lasach na tym obszarze dominuje jeden typ siedliskowy – Bór świeży oraz teren jest stosunkowo płaski. Ma to istotne znaczenie podczas kolejnych etapów prac badawczych. Głównym celem projektu są wspólne badania naukowe polskich i niemieckich partnerów takich jak: Leśne Centrum Kompetencyjne Eberswalde (LFE), Ministerstwo Rolnictwa, Środowiska i Ochrony Konsumentów kraju związkowego Meklemburgia – Pomorze Przednie, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Szczecinie, Nadleśnictwo Drawno oraz Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Ten ostatni partner odpowiada w projekcie za udostępnienie podstawowych danych z pomiarów naziemnych uzyskanych na stałych powierzchniach doświadczalnych, parametryzację funkcji szacowania biomasy na podstawie danych naziemnych, opracowanie metod do efektywnego wykorzystania naziemnego skanowania laserowego oraz dostosowanie leśnych modeli prognostycznych (<http://www.up.poznan.pl/pomerania>).

Metody badawcze

Podczas prac prowadzonych w ramach projektu testowano wybrane metody teledetekcyjne (tj. naziemne i lotnicze skanowanie laserowe oraz interpretację obrazów satelitarnych o różnej rozdzielczości) pod kątem ich

przydatności do określania biomasy przy uwzględnieniu nakładów i uzyskiwanej dokładności pomiarów. W tej dziedzinie zadaniem projektu jest wypracowanie metod stosunkowo taniego i szybkiego pozyskiwania aktualnych informacji o biomase leśnej, ujednoczenie sposobów zbierania tych danych po obu stronach granicy oraz opracowanie transgranicznego systemu informacyjnego „BIOMASA”, dla potrzeb gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego (Kondracki i in. 2012). Efektem ma być wypracowanie praktycznych metod szacowania zasobów drzewnych, sortymentowych oraz surowców energetycznych w lasach za pomocą metod teledetekcyjnych. Rezultaty projektu będą stanowić podstawę dla dynamicznego ujęcia naziemnych zasobów biomasy drzewnej.

Zbieraniu i opracowywaniu danych teledetekcyjnych towarzyszą bezpośrednie pomiary drzew i drzewostanów stanowiąc dane referencyjne. Pierwszy etap prac w Nadleśnictwie Drawno obejmował założenie powierzchni doświadczalnych w drzewostanach sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) w 3 klasach wieku. Na każdej z nich wyznaczano 20 powierzchni pomiarowych biorąc pod uwagę liczbę drzew i zakładając, że pozostałe cechy zarówno drzewostanu jak i siedliska są do siebie zbliżone. W zależności od wieku drzewostanu przyjęto następujące wielkości powierzchni: dla V klasy wieku 0,5 ha, dla IV klasy - 0,4 ha oraz dla III klasy - 0,3 ha.

Na każdej powierzchni wykonano pomiar wysokości wszystkich drzew wysokościomierzem elektronicznym



Ryc. 1. Powierzchnia badawcza w V klasie wieku z ponumerowanymi drzewami (fot. S. Sulkowski).

Fig. 1. Research area in the fifth age class trees with numbered. (fot. S. Sulkowski).

Vertex oraz pomiar ich pierśnic. Wysokość 1,3 m została zaznaczona farbą od strony południowej razem z numeracją kolejnych drzew. Określono ponadto cechy jakościowe drzew wykorzystując klasyfikację jakościową surowca (szacunek brakarski), charakterystykę wad i uszkodzeń drzew oraz stanowisko biosocjalne (klasyfikacja wg. Krafta). Na podstawie pomiaru pierśnic wszystkich drzew w drzewostanie sporządzono rozkład klas grubości, z których to wybierano następnie drzewa modelowe. Posłużyły one do dalszej analizy. Na podstawie szczegółowych wyników dla takiego drzewa odnosimy je do drzew na całej powierzchni badawczej. Wyniki możemy skorelować z drzewostanami sosnowymi o podobnej powierzchni, klasie wieku i cechami taksacyjnymi w obrębie leśnym.

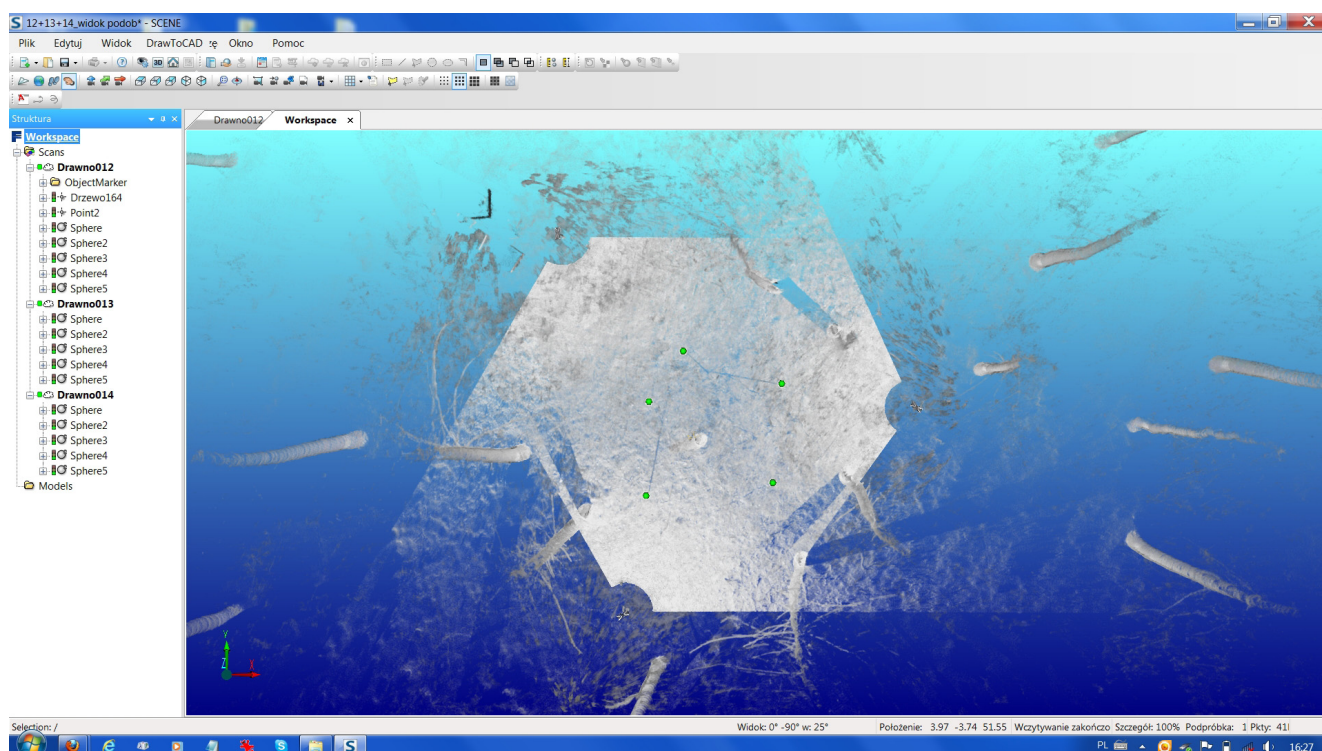
Laserowy Skaniny Naziemny (Terrestrial Laser Scanning)

Do czerwca 2012 roku skaniny terenowy wykonywano za pomocą lasera FARO LS 880, od tamtego czasu w projekcie używa się skanera Focus 3D. Skanowania dokonywano ze środka powierzchni badawczej oraz osobno dla dziesięciu drzew modelowych. Dla każdego drzewa modelowego wykonywano 3 skany z różnych miejsc co pozwalało na utworzenie pełnego obrazu 3D. Warunkiem koniecznym było wykorzystanie kul referencyjnych, dzięki którym uzyskano większą dokładność przy łączeniu tzw. chmur punktów zarejestrowanych na poszczególnych pozycjach skanera. Jednym z typów danych uzyskiwanych w trakcie skaningu laserowego

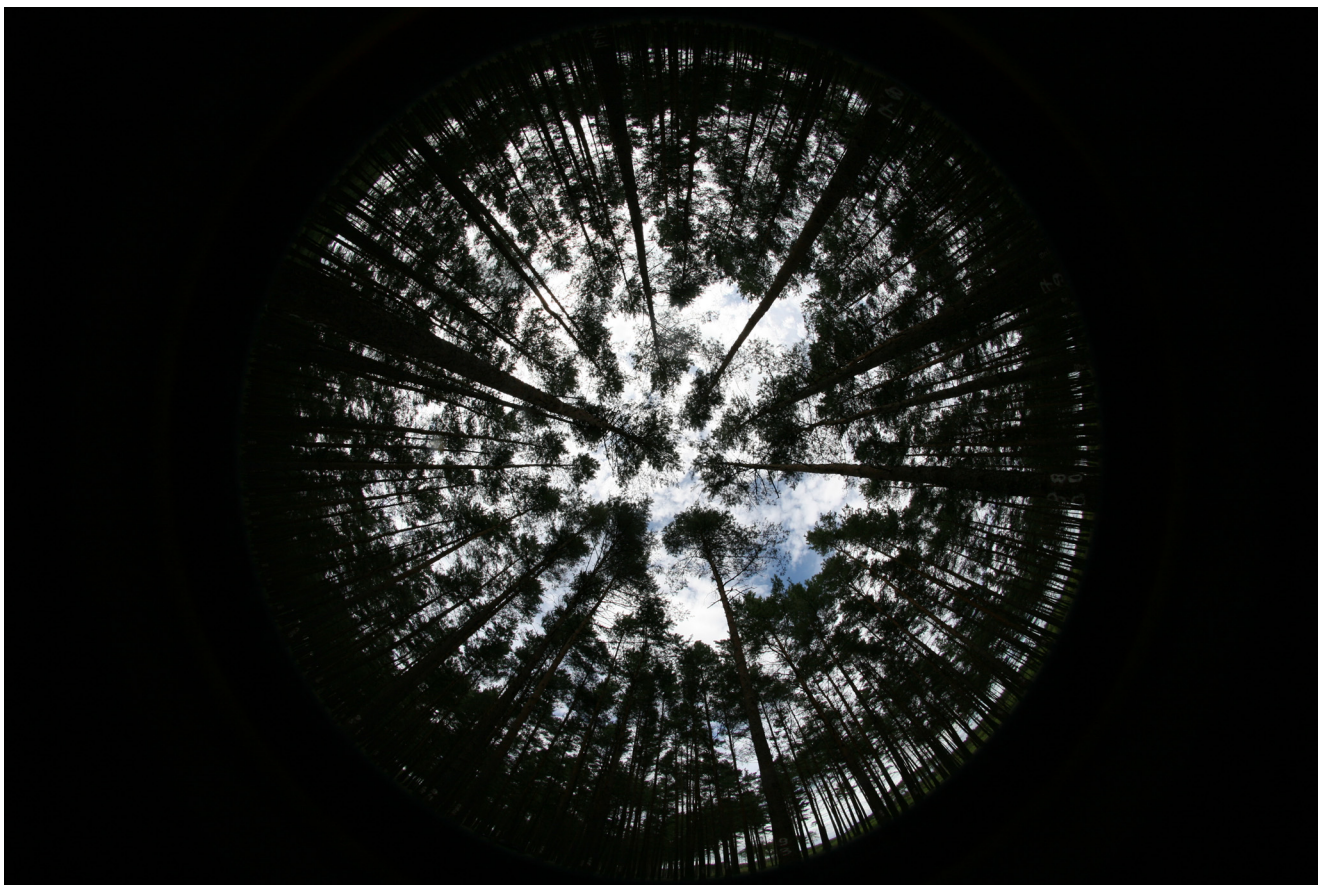
jest obraz intensywności, stanowiący panoramiczne zobrazowanie obszaru. Ponieważ jest to obraz w pełni kartometryczny, może być wykorzystany m.in. do wykonania pomiarów odległości od skanera do poszczególnych punktów, a także odległości pomiędzy punktami (Zawiła-Niedźwiecki i in. 2008). Zebrane dane mogą być analizowane za pomocą odpowiedniego oprogramowania. Studenci prowadzący pomiary geomatyczne wykorzystali w analizach bezpłatne oprogramowanie FARO SCENE LT ver. 5.0.

Zdjęcia hemisferyczne

Dzięki metodzie fotografii hemisferycznej, możliwe było określenie parametrów bezpośrednio związanych z produkcją biomasy. Na powierzchniach badawczych określono azurowość koron oraz indeks powierzchni liściowej (LAI). Zdjęcia hemisferyczne zostały wykonane aparatem fotograficznym wyposażonym w obiektyw typu „rybie oko” (ang. *fisheye*) odmiana *circural fisheye*. Założenia metodyczne wykonywania zdjęć hemisferycznych wymagają rejestracji obrazu w zakresie 180° na całej powierzchni zdjęcia. W takim przypadku wykorzystywana jest cyfrowa lustrzanka (lub wysokiej klasy cyfrowy kompakt) z odpowiednim konwerterem, który w połączeniu z obiektywem pozwoli na uzyskanie kulistego zdjęcia z zachowaniem kąta widzenia 180° (ryc. 3.) (Strześliński 2010). Zestaw do zdjęć hemisferycznych umieszczany był na stanowiskach, z których były wykonywane skany. Po wykonaniu zdjęć, drzewa modelowe były ścinane.



Ryc. 2. Widok 3D obrazujący rozmieszczenie pięciu skanów TLS wokół drzewa modelowego (oprac. P. Strześliński).
Fig. 2. 3D view showing the arrangement of five scans TLS around the tree model (prep. P. Strześliński).



Ryc. 3. Zdjęcie wykonane aparatem z obiektywem fisheye (fot. S. Sułkowski).
 Fig. 3. Photo made by camera equipped with the fisheye lens (fot. S. Sułkowski).

Pomiary terenowe

Po ścinie i okrziesaniu drzewo modelowe, było dzielone na poszczególne frakcje strzałę, gałęzie martwe, gałęzie żywe, igły oraz szyszki. Każda część była ważona w terenie, by określić biomasa w stanie świeżym.

Z każdej części drzewa pobrana została próbka do analiz laboratoryjnych, ze strzały wycięto krążki o grubości 10 cm, co jeden metr. Po wysuszeniu zebranego materiału możliwe było określenie suchej masy całego drzewa na podstawie stosunku masy suchej do świeżej w próbkach.

Studencki obóz naukowy

Do bezpośrednich pomiarów drzew modelowych wykorzystano pomoc studentów Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w tym członków Sekcji Geomatycznej Koła Leśników (ryc. 4.). W ramach prac terenowych z ich udziałem zorganizowano obóz naukowy. Studenci mogli zaangażować się w projekt badawczy. Podczas trwania obozu została im przybliżona metodologia, wykorzystywane nowoczesne technologie oraz programy. Uczestnicy obozu mieli możliwość praktycznego zapoznania się z metodą skanowania naziemnego, wykonywaniem zdjęć hemisferycznych oraz nabyli



Ryc. 4. Jeden z etapów bezpośrednich pomiarów dendrometrycznych na ściętym drzewie. Określenie biomasy w stanie świeżym sekcji pnia (fot. A. Węgiel).

Fig. 4. One of the stages of the direct measurement of the truncated tree. Determination of biomass in a fresh section of trunk (fot. A. Węgiel).

umiejętność obsługi skanera laserowego, tachimetru zmotoryzowanego i odbiornika GPS klasy geodezyjnej. To przedsięwzięcie umożliwiło wymianę doświadczenia między uczestnikami a zaproszonymi gośćmi z różnych

instytucji. Podczas gromadzenia danych referencyjnych przeprowadzono wiele prelekcji w terenie. Realizowany projekt badawczy zakłada wykorzystanie metod teledetekcyjnych, więc istotnym wydawało się przeprowadzenie warsztatów z tematyki szeroko rozumianej geomatyki.

Obóz, prezentowany w niniejszej publikacji, był pierwszym tego typu zadaniem realizowanym wspólnie przez pracowników naukowych oraz studentów. Podczas pracy studenckiej zorganizowane zostały kolejne jego edycje, odbywające się na terenie Nadleśnictwa Drawno. Do udziału w letnich pracach badawczych w ramach obozu zgłosiło się wielu uczestników, również z zagranicy.

Literatura:

Kondracki K., Strzeliński P., Sułkowski S., Węgiel A., 2012, Dlaczego biomasa? *Las Polski*, 5, s. 22-25.



Agnieszka Wołosz studiuje na Wydziale Leśnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań. Zainteresowania naukowe: wykorzystanie GIS i skaningu lidarowego w leśnictwie, analizy przestrzenne ze szczególnym uwzględnieniem analiz środowiskowych w oparciu o Leśne Mapy Numeryczne.
e-mail: woloszagnieszka@gmail.com

Strzeliński P., 2010, Zdjęcia hemisferyczne. W: K. Okła (red.), *Geomatyka w Lasach Państwowych*, Część I, Podstawy, CILP, s. 391-398.

Zawiła-Niedźwiecki T., Stereńczak K., Bałazy R., Wencel A., Strzeliński P., Zasada M., 2008, LIDAR w leśnictwie. *Teledetekcja środowiska*, 39, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Warszawa, s. 59-66.

Węzyk P., Szostak M., Tompalski P., 2012, Określenie biomasy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Puszczy Niepołomickiej na podstawie przestrzennego rozkładu chmury punktów z nasiemnego skaningu laserowego. *Roczniki Geomatyki*. Tom X, zeszyt 5(55). Warszawa, s. 79-89.

Źródło internetowe:

<http://www.up.poznan.pl/pomerania>

