

TELEDETEKCYJNE I FOTOGRAMETRYCZNE ASPEKTY ZASTOSOWANIA SIP W ZARZĄDZANIU LASAMI SUDETÓW ZACHODNICH

Paweł Strzeliński, Radomir Bałazy, Tomasz Zawila-Niedźwiecki

Streszczenie

W latach 2007-2008, dzięki wsparciu finansowemu Unii Europejskiej w ramach programu InterReg IIIA oraz dotacji z Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, dla Leśnego Kompleksu Promocyjnego Sudety Zachodnie zbudowano zaawansowany system informacji przestrzennej. Powstał on m.in. na bazie lotniczego skaningu laserowego i cyfrowych zdjęć lotniczych. W efekcie, obok wysokorozdzielczej ortofotomapy (piksel 14 cm, z rejestracją stereoskopową kanałów R, G, B, NIR) utworzono numeryczny model terenu (NMT) oraz numeryczny model powierzchni pokrycia terenu (NMPT). Rozbudowanie istniejącego już systemu informacji przestrzennej umożliwiło wykonywanie analiz m.in. dotyczących inżynierii leśnej. W pracy przedstawiono analizę przebiegu planowanej drogi 'polsko-czeskiej', gdzie wstępną lokalizację można było zaproponować dzięki nałożeniu informacji z leśnej mapy numerycznej (LMN) oraz ortofotomapy na numeryczny model terenu. Dalsze analizy, możliwe dzięki NMT, pozwoliły na pomiar podstawowych parametrów projektowanej drogi, takich jak: długość, różnica wysokości, wysokość początkowa i końcowa. Kolejne etapy opracowania umożliwiły wizualizację i pomiar przekroju podłużnego wybranego pasa oraz pomiar objętości gruntu na odcinku wymagającym wyrównania. Opracowanie wykonano z wykorzystaniem oprogramowania ArcGIS (ESRI) oraz Quick Terrain Modeler (Applied Imagery). Atutem danych gromadzonych w zunifikowanych systemach, jakim jest np. Standard Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN), uzupełniony w przypadku LKP Sudety Zachodnie o ortofotomapę i NMT (wraz z pochodnymi), jest możliwość eksportu danych m.in. do systemów CAD, co znacznie przyspiesza czas oraz zmniejsza koszty opracowań inżynierskich.

Słowa kluczowe: System Informacji Przestrzennej, teledetekcja, fotogrametria

REMOTE SENSING AND PHOTOGRAMMETRIC ASPECTS OF GIS USE IN MANAGEMENT OF FOREST IN WESTERN SUDETY MOUNTAINS

Abstract

In the years 2007-2008, thanks to financial support of European Union (InterReg IIIA) and subsidies from the General Directorate of the State Forests, advanced GIS for the Western Sudety Mountains Promotional Forest Complex was created. The system based, among others things, on airborne laser scanning and digital aerial photography. In result, apart from orthophotomap, digital terrain models (DTM) and digital surface model (DSM) were created (DTM – pixel 14 cm, with registration of R, G, B, NIR canals, DSM – minimum 4 points reflected from the ground at 1 m²). Extension of existed GIS enabled analyses on forest engineering.

The work presents planned 'Polish-Czech' route. The route was prepared on the basis of information from forest digital map and orthophotomap which was put on digital terrain model. Further analyses, possible thanks to DTM, enabled to measure basic parameters of projected route such as: length, difference of heights, initial and final height. Then visualization and measurement of longitudinal section of selected strip of land were done and measurement of ground volume at section

requiring smoothing was taken. For study the following software was used: ArcGIS (ESRI) and Quick Terrain Modeler (Applied Imagery). Merit of data assembled in standardized systems is possibility of data export to CAD systems. It considerably speeds up engineering studies and lowers their costs.

Keywords: GIS, remote sensing, photogrammetry

Wstęp

Lasy Państwowe (LP) w Polsce to przedsiębiorstwo o bardzo rozbudowanej strukturze informacyjnej. Już w początkach lat 90. rozpoczęto prace nad budową i wdrożeniem zintegrowanego obiegu informacji elektronicznej, który funkcjonuje pod nazwą System Informatyczny Lasów Państwowych (SILP).

W drugiej połowie lat 90. rozpoczęto też pierwsze eksperymenty związane z połączeniem geometrycznej bazy danych o lesie z opisową bazą danych (SILP). Efektem było utworzenie w 2007 r. Standardu Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN) oraz sukcesywne wdrażanie tej technologii w nadleśnictwach. Od 2009 r. wszystkie nadleśnictwa (obecnie 431) są wyposażone w Leśną Mapę Numeryczną (LMN), czyli w pełni funkcjonalny system informacji przestrzennej (SIP) utworzony na potrzeby LP. Część jednostek (czyli nadleśnictw) ma jednak system rozwinięty daleko bardziej niż wymaga tego SLMN (Chirrek et al., 2007). Niewątpliwie najlepiej obecnie rozbudowanym SIPem w LP może się pochwalić Nadleśnictwo Świeradów, należące do Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych (RDLP) we Wrocławiu.

Jednym z zasadniczych czynników motywujących kadrę menadżerską do dość kosztownego rozwoju technologii geomatycznych są notoryczne klęski nękające lasy na obszarze Sudetów Zachodnich. Do najpilniejszych zadań zaliczono utworzenie precyzyjnych modeli przestrzennych, zasilanych rozbudowanymi bazami danych, mających za zadanie wspomaganie podejmowania decyzji.

Dzięki wsparciu finansowemu Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i programu Unii Europejskiej InterReg IIIA w latach 2006-2008, dla obszaru Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Sudety Zachodnie” został rozbudowany system informacji przestrzennej (Bałazy et al., 2008b). Źródła danych to m.in. lotniczy skaning laserowy i cyfrowe zdjęcia lotnicze oraz szczegółowa ewidencja sieci dróg (z wykorzystaniem technologii Mobile Mapping System). W efekcie utworzono numeryczny model terenu (NMT) oraz numeryczny model pokrycia terenu (NMPT) (Bałazy et al., 2008a).

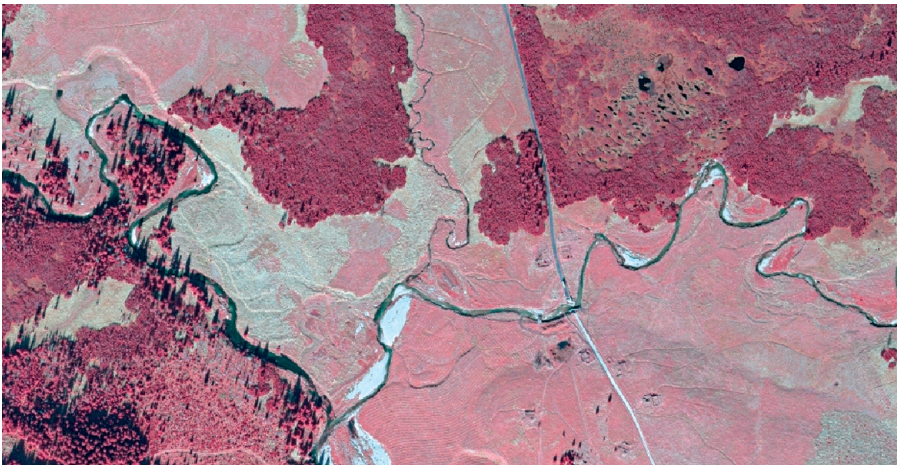
Material i metody

Leśny Kompleks Promocyjny Sudety Zachodnie położony jest na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych we Wrocławiu i obejmuje następujące obszary:

- Nadleśnictwo Szklarska Poręba – pow. 14 209 ha, w tym: obręb leśny Szklarska Poręba (pow. 7 011 ha), obręb leśny Piechowice (pow. 7 198 ha),
- Nadleśnictwo Świeradów – pow. 8 657 ha w tym: obręb leśny Świeradów (pow. 8 657 ha).

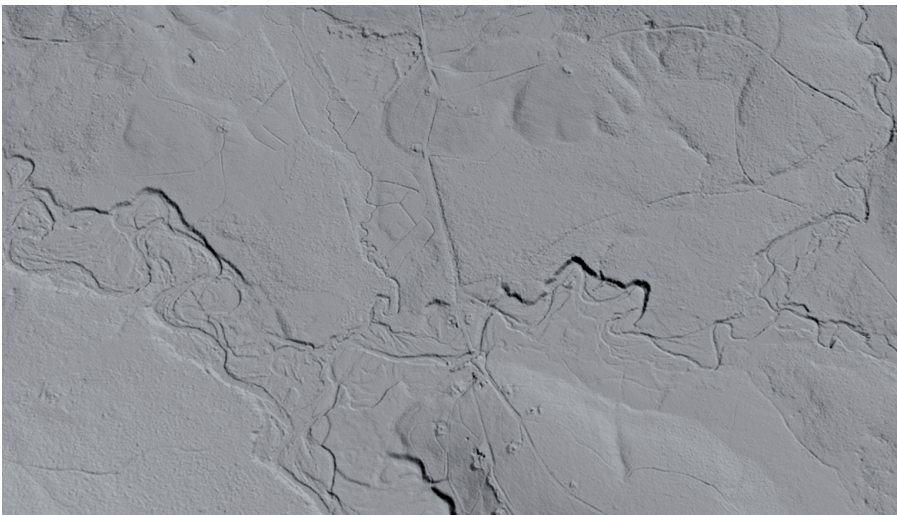
Główne technologie geomatyczne, które wykorzystano do rozbudowy SIPu dla LKP Sudety Zachodnie to:

- Cyfrowe zdjęcia lotnicze w kanałach RGB i NIR z 12 bitową głębią kolorów na każdy kanał i 14 cm pikselem oraz stworzoną na ich podstawie ortofotomapą w układzie współrzędnych geograficznych 1992 i 2000, o średnim błędzie poniżej 30 cm (ryc. 1).



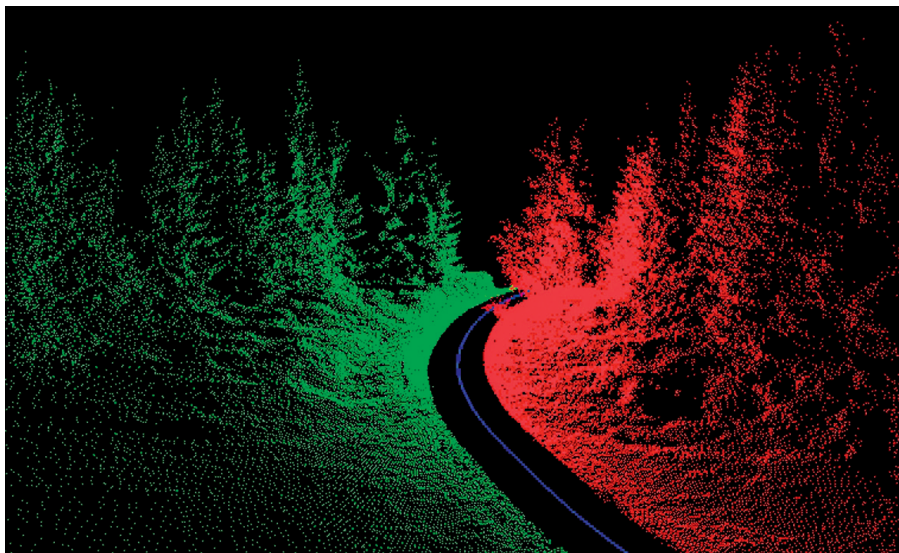
Ryc. 1. Fragment Doliny Izery (zdjęcie w kanałach NIR + G + B)
Fig. 1. Fragment of Izera Valley (photograph in NIR + G + B channels)

- Lotniczy skaningu laserowego o minimalnej rozdzielczości 4 pkt/m² i minimalnej dokładności x, y = 40 cm, z = 15 cm. Dane ze skaningu zostały przetworzone na postać NMT i NMPT wraz z odrębnymi klasami budynków i roślinności, w układach współrzędnych geograficznych 1992 i 2000 (ryc. 2).



Ryc. 2. Fragment numerycznego modelu terenu dla Doliny Izery
Fig. 2. Fragment of digital terrain model for Izera Valley

System mobilnego kartowania (MMS - Mobile Mapping System) obejmujący dokumentację fotograficzną w formie cyfrowych zdjęć o pokryciu stereoskopowym, z interwałem wynoszącym co najmniej 8 m, o minimalnej rozdzielczości 1024x768 oraz szczegółową inwentaryzacją pasa drogowego wraz z rejestracją trasy przejazdu przy pomocy DGPS (Choromański, 2008).



Ryc. 3. Wizualizacja fragmentu drogi wykonana w oparciu o dane z MMS

Fig. 3. Visualisation of road section on the basis of MMS data

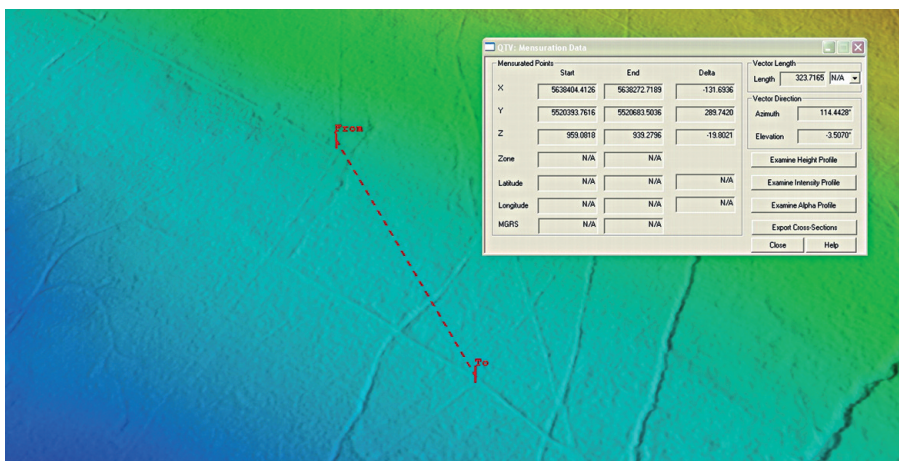
Wyniki

Wykorzystane technologie, pozwoliły m.in. na budowę fotorealistycznych modeli 3D, które zachowują wszystkie cechy mapy, jak odwzorowanie kartograficzne czy skalowalność. Ortofoto-mapa, numeryczny model terenu i numeryczny model pokrycia terenu połączone z informacjami z leśnej mapy numerycznej oraz opisową bazą danych okazały się znakomitymi źródłami informacji i narzędziami, które pozwoliły na wstępną lokalizację przebiegu drogi „polsko-czeskiej”.

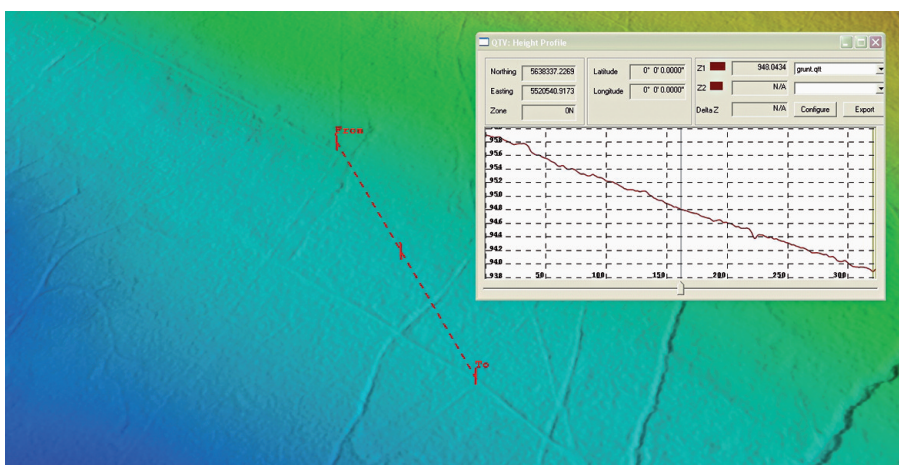
Do analiz wykorzystano oprogramowanie ArcGIS (ESRI) oraz Quick Terrain Modeler (Applied Imagery).

O wyborze lokalizacji zdecydowała m.in. istniejąca infrastruktura drogowa – zarówno po stronie czeskiej jak i polskiej. Kolejnymi elementami, które brano pod uwagę przy wyborze trasy było niewielkie (jak na ten teren) przewyższenie oraz minimalne roboty ziemne (związane z wyrównaniem płaszczyzny drogi). W efekcie projekt zlokalizowano na obszarze, gdzie różnica wysokości na odcinku blisko 324 m wynosi 19,8 m (ryc. 4).

Szczegółowy profil podłużny, wskazujący jednocześnie na fragmenty wymagające prac ziemnych przedstawia rycina 5. Wynika z niej m.in., że w początkowym odcinku projektowanej drogi konieczne są prace związane z wyrównaniem wału ziemnego. Analiza tego fragmentu wykazała, że jego kubatura na szerokości planowanej korony drogi wynosi ponad 91 m³ (ryc. 6).

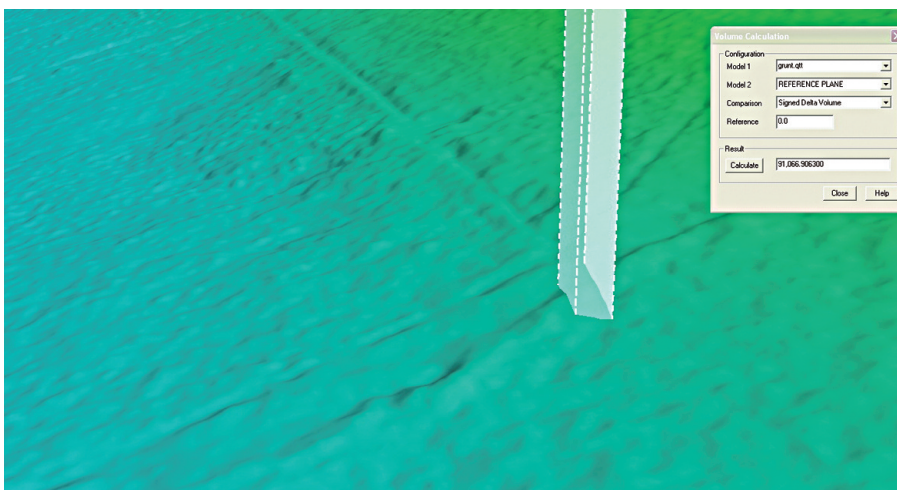


Ryc. 4. Podstawowe współrzędne skrajnych punktów drogi
 Fig. 4. Basic coordinates of extreme points of the road



Ryc. 5. Profil podłużny drogi
 Fig. 5. Elongated profile of the road

Przedstawione przykłady analiz oczywiście tylko sygnalizują możliwości nowoczesnych narzędzi geomatycznych, wdrożonych w Nadleśnictwie Świeradów. Analiza projektowanej drogi w bardzo krótkim czasie dostarczyć może informacji o dowolnie zlokalizowanym przekroju poprzecznym, a nawet pozwala (w oparciu o dane z ortofotomapy) na określenie liczby drzew niezbędnych do usunięcia w trakcie prac budowlanych.



Ryc. 6. Kubatura projektowanych robót ziemnych na początkowym odcinku drogi
Fig. 6. Volume of planned earthworks at initial road section

Podsumowanie

Trudno na obecnym etapie oceniać opłacalność wszystkich wymienionych technologii wykorzystanych w Nadleśnictwie Świeradów. Przedstawiona analiza jest jedną z prób wykorzystania możliwości precyzyjnych modeli terenu w analizach i pracach projektowych związanych z inżynierią leśną w zakresie budownictwa drogowego.

Poza przedstawionym przykładem dotyczącym projektu drogi w Nadleśnictwie Świeradów wykonano także kilka analiz z zakresu hydrologii i budowy urządzeń wodno-melioracyjnych. Dotyczyły one m.in.:

- symulacji zalania fragmentu drzewostanu znajdującego się w Dolinie Izery – terenu często nakanego przez powódzie,
- symulacji budowy zastawki na jednym z potoków Rezerwatu „Torfowiska Doliny Izery” – miejsca gdzie próbuje się odtworzyć (poprzez m.in. zastawki) zakłócone przez człowieka stosunki wodne,
- analizy potencjalnej erozji w masywie „Stogu Izerskiego”, w kontekście projektowanej dla tamtego obszaru ścieżki edukacyjnej,
- symulacji zalania szkółki leśnej w Nadleśnictwie Świeradów – analiza, której celem była próba odtworzenia sytuacji powodziowej z roku 2006.

Ta ostatnia symulacja była szczególnie interesująca, gdyż pozwoliła na zweryfikowanie dokładności i użyteczności wykorzystywanego modelu w symulowaniu zjawisk wodnych (Bałazy et al., 2008a).

Natomiast wysokorozdzielcza ortofotomapa i modele terenu utworzone w oparciu o precyzyjny lotniczy skaning laserowy wydają się być bardzo sprawnymi i niezwykle przydatnymi narzędziami

także w zakresie analiz drogowych (Straub et al., 2006). Szczęólnego znaczenia nabierają one w terenach górskich, gdzie tradycyjne prace geodezyjne oprócz wysokich kosztów wymagają ich wykonania w okresie, gdy teren jest dostępny!

Należy również podkreślić, że SIP rozbudowany na potrzeby LKP „Sudety Zachodnie”, wykorzystuje się nie tylko w zarządzaniu obszarami leśnymi, ale także na potrzeby okolicznych gmin i miast. Przykładem są m.in. symulacje powodziowe wykonane na użytek miasta Mirsk, szczególnie zagrożonego wylewami rzeki (Bałazy et al., 2008b).

Literatura

- Bałazy R., Strzeliński P., Zawila-Niedźwiecki T., 2008a. Technologie geomatyczne w analizach zjawisk wodnych na przykładzie LKP „Sudety Zachodnie”. W: Anderwald D. (red.). Woda dla lasu, las dla wody. Stud. i Mat. CEPL, Rogów, 2 (18): 263-275.
- Bałazy R., Strzeliński P., Zawila-Niedźwiecki T., 2008b. Geomatyka w leśnictwie Sudetów Zachodnich. Las Polski 17: 36.
- Chirrek M., Wencel A., Strzeliński P., Stereńczak K., Zasada M., Zawila-Niedźwiecki T., 2007. Lotniczy skaniny laserowy jako źródło danych dla systemu informacji przestrzennej nadleśnictwa. Roczniki Geomatyki, tom V, zeszyt 3, s. 19-28.
- Choromański A., 2008. Mobilny system kartowania – Mobile Mapping System (MMS) – narzędziem inwentaryzacji dróg leśnych, Głos Lasu Nr 4.
- Straub Ch., Weinecker H., Diedeshagen O., Koch B., 2006. Standwise delineation based on 3-D information from lidar. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria. (http://www.rali.boku.ac.at/fileadmin/_/H857-VFL/workshops/3drsforestry/presentations/8b.2-straub.pdf)

Paweł Strzeliński

Katedra Urządzania Lasu, Wydział Leśny
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
strzelin@up.poznan.pl

Radomir Bałazy

Nadleśnictwo Świeradów
radomir.balazy@wroclaw.lasy.gov.pl

Tomasz Zawila-Niedźwiecki

Instytut Badawczy Leśnictwa
tzawila@ibles.waw.pl