

Wykorzystanie numerycznego modelu terenu ze skanowania laserowego w informacyjnym przygotowaniu pola walki

WOJSKOWY „LAS” RUSZY?

„Dowódca pierwszego plutonu, rozwinąć stanowisko łączności i nawiązać łączność ze stanowiskiem łączności SD na wzgórzu 523”. „Zrozumiałem, wykonuję”. Do wykonania tego rozkazu niezbędna jest widoczność między antenami oddalonych od siebie radiostacji. Pomocne w jej określeniu są numeryczne modele terenu i pokrycia terenu.

PAWEŁ PABISIAK
AGNIESZKA PTAK
GRZEGORZ STĘPIEŃ
ROBERT BAUER

ANALIZY TERENU POD OSTRZAŁEM

Sprawdzanie wizury pomiędzy dwoma punktami na powierzchni Ziemi w celu rozwinięcia łączności to tylko przykład analizy widoczności wykonywanej przez żołnierzy. Do najczęstszych analiz należą również: określanie stref martwych, określanie nachyleń stoków, wyszukiwanie miejsc dogodnych dla desantu czy pokonywania przeszkód wodnych. Ułatwiają one – przy uwzględnieniu parametrów technicznych pojazdów oraz sprzętu – realizację podstawowych, a czasami najważniejszych zadań stawianych przez przełożonych.

Analizy teoretyczne wykonywane są na wszystkich szczeblach dowodzenia i stanowią mocną podporę dla planowania operacji. Ważne jest, aby uzyskane w ten sposób informacje były jak najbar-



Rys. 1. OCOKA – jedna z metod analizy terenu w informacyjnym przygotowaniu pola walki (IPPW)

dziej zbliżone do warunków rzeczywistych. Analizy prowadzone są w ramach tzw. informacyjnego przygotowania pola walki (IPPW – rys. 1). Spośród kilkunastu metod analizy terenu normy obronne wskazują metodę określaną w skrócie jako OCOKA, czyli:

- Obstacles (przeszkody)
- Cover and Concealment (krycie i maskowanie)
- Observation (obserwacja)
- Key Terrain (teren kluczowy)

● Avenue of Approach (droga podejścia).

W Polsce podstawowym produktem używanym do tych analiz jest numeryczny model terenu poziomy pierwszego i drugiego w formacie DTED (Digital Terrain Eleva-

tion Data), który jest standardowym formatem danych wykorzystywanym przez NATO. Jak zatem wygląda skuteczność stosowania DTED w analizach terenu w dobie technologii skaningu laserowego?

DTED1, DTED2 I MODELE ZE SKANOWANIA

Obecnie wykorzystanie przez wojsko numerycznego modelu terenu (NMT) dla obszaru Polski ogranicza się do DTED1 i DTED2, które obejmują swym zasięgiem cały kraj. Model DTED2 powstał z wektoryzacji warstw i innych elementów rzeźby terenu prezentowanych na mapach topograficznych w skali 1:50 000, model DTED1 na podstawie danych w skali 1:250 000. Oba charakteryzują się macierzową strukturą danych. Ich parametry

PARAMETRY DOKŁADNOŚCIOWE NUMERYCZNYCH MODELI TERENU		
Parametr	DTED 1	DTED 2
Rozmiar oczka	3", ok. 90 m	1", ok. 30 m
Nominalna dokładność wysokościowa bezwzględna (błąd z prawdop. 90%)	< 16 m	< 10 m



FOT. ROBERT BAUER

dokładnościowe przedstawiono w tabeli na stronie obok.

Jak zatem poprawnie wykonać analizę stref widoczności, jeśli normy narzucają dokładności rzędu decymetrów, a my nie posiadamy bardziej dokładnego NMT określającego rzeczywistą rzeźbę terenu i znajdujące się na nim obiekty? Tu z pomo-

akcji. Zalety skanowania laserowego z powodzeniem wykorzystywane są przez żołnierzy Stanów Zjednoczonych w Afganistanie.

Ogólną zasadę działania zestawu specjalistycznych urządzeń przedstawia rysunek 2. ALS (Airborne Laser Scanning) to metoda skaningu wymagająca współpracy kil-

4. **INS, GPS** – systemy określające położenie skanera i wychylenia kątowe;

5. **część naziemna** w postaci stacji referencyjnych.

Zarejestrowane podczas nalotu punkty posiadają współrzędne XYZ, a pliki danych ze skanowania laserowego przeważnie występują w formacie LAS, odzwierciedlając te elementy, od których nastąpiło odbicie wiązki lasera. Po odfiltrowaniu przy określonych założeniach wybranych punktów uzyskuje się:

1. numeryczny model terenu – NMT (Digital Elevation Model, DEM),

2. numeryczny model pokrycia terenu – NMPT (Digital Surface Model, DSM),

3. ortofotomapę (przy użyciu dodatkowych zdjęć i dalszych przetworzeń).

Czas wykonania powyższych produktów wynosi 2-3 dni (w zależności od wielkości opracowywanego obszaru). Produkty te są typowymi danymi używanymi do informacyjnego przygotowania pola walki (IPPW).

• PORÓWNIANIE MODELI

Na podstawie posiadanych produktów postanowiliśmy przeprowadzić kilka najczęściej wykonywanych analiz zarówno na DEM oraz DSM ze skanowania laserowego, jak i DTED1 oraz DTED2, a następnie sprawdzić ich prawidłowość (dokładność)

w terenie. Skaniny laserowe wraz z modelami wykorzystanymi w testach wykonała tarnowska firma MGGP Aero 13 lipca 2010 r. Nalot obejmował teren w granicach województwa dolnośląskiego w okolicy miejscowości Uraz (powiat trzebnicki). Parametry analizowanych produktów zestawiono na rys. 3.

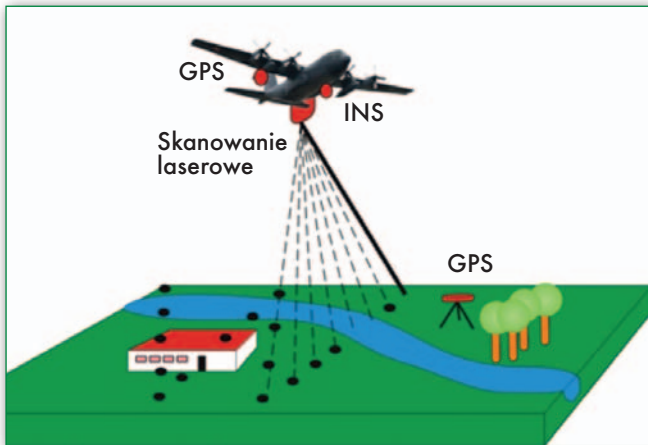
Do testów wybraliśmy dwie analizy:

1. określenie widoczności – wizura pomiędzy dwoma wskazanymi punktami (obserwator, łączność radiowa),

2. badanie nachylenia stoków (dostępność zbroczy) – przedstawienie nachylenia stoków za pomocą barw symbolizujących przejezdność, od zielonego (przejezdny) do czerwonego (nieprzejezdny).

• OKREŚLENIE WIDOCZNOŚCI

Określenie widoczności postanowiliśmy zrealizować



Rys. 2. Schemat realizacji skaningu laserowego

cą przychodzi technologia skaningu laserowego (LiDAR – Light Detection And Ranging). Chmury punktów zebrane przez skaner pozwalają na otrzymanie najbardziej aktualnych danych dotyczących ukształtowania terenu i jego pokrycia oraz wymodelowanie miejsc (np. obszarów zabudowanych), w których planowana jest operacja. Dzięki temu możliwe jest określenie pól martwych, niewidocznych lub będących poza zasięgiem ognia przeciwnika i dokładne zaplanowanie

ku elementów. Składają się na nią:

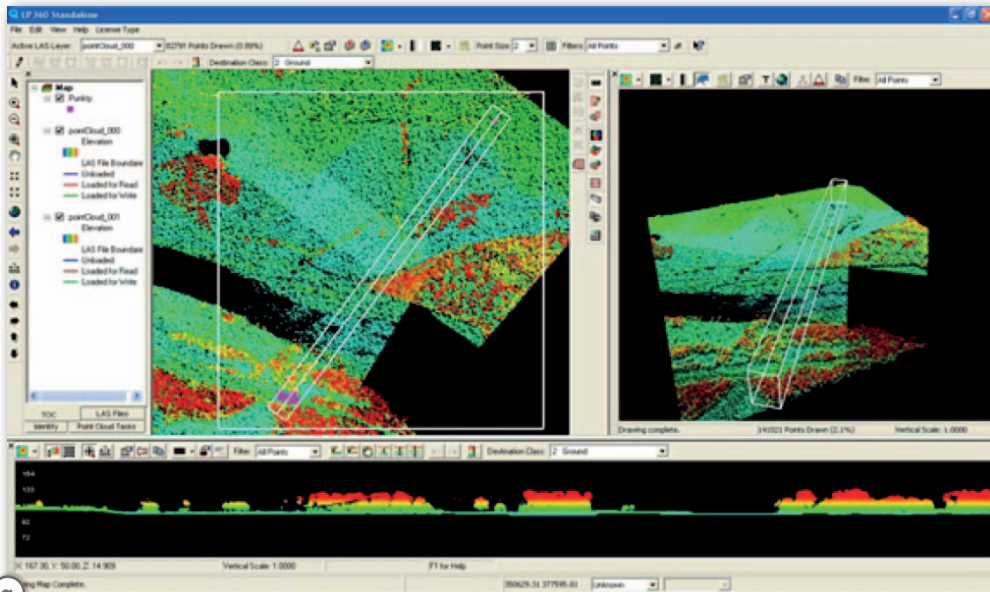
1. **statek powietrzny** – na którym umieszczone są niezbędne urządzenia nadawczo-odbiorcze oraz operatorzy,

2. **dalmierz laserowy wraz z rejestratorem (skaner)** – który wykonuje pomiar i rejestrację odbitych sygnałów,

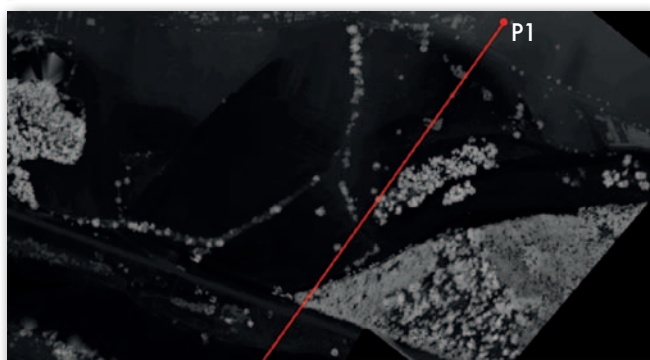
3. **rejestrator obrazu (kamera wideo lub aparat fotograficzny)** – który pozwala uzyskać obrazy pomocne przy filtrowaniu chmury punktów lub przypisywaniu punktom barw,



Rys. 3. Zestawienie modeli poddanych analizie



a



b

przez rzekę Odrę w miejscu potencjalnej przeprawy w okolicy miejscowości Uraz. Punkty obserwacji zostały wcześniej zaplanowane i naniesione na mapę topograficzną w skali 1:50 000 oraz 1:25 000. Po osiągnięciu założonych pozycji spotkała nas jednak niemiła niespodzianka – wizury pomiędzy punktami nie było. Mimo zimowej już aury (brak liści na drzewach, pokrywa śnieżna) określenie widoczności przedstawia się jak na rys. 4a i b. Aby lepiej pokazać te same analizy na istniejących modelach terenu i pokrycia terenu, wykonano profile między punktami Z1 i P1 (4 c, d i e):

Powyższe analizy wykonano również na 3 innych punktach, w wyniku czego otrzymano podobne rezultaty.

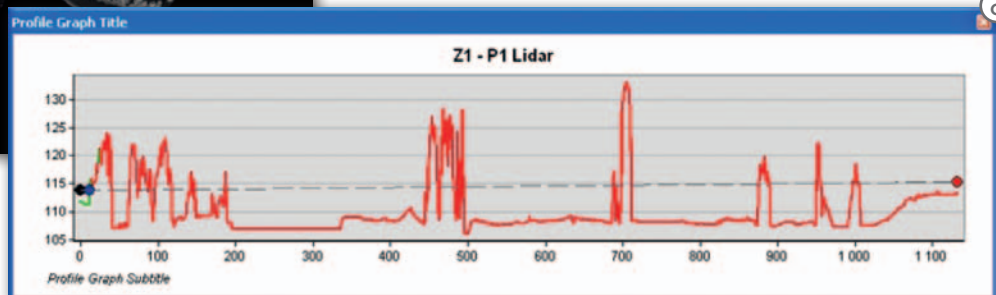
Rys. 4. Profile pokrycia terenu między punktami Z1-P1 a), b) dane LIDAR - linia obserwacji, c) dane LIDAR, d) DTED1, e) DTED2

W analizach przyjęto wysokość obserwatora 2 m nad powierzchnią ziemi. Zarówno DTED1, jak i DTED2 błędnie potwierdziły widoczność pomiędzy założonymi

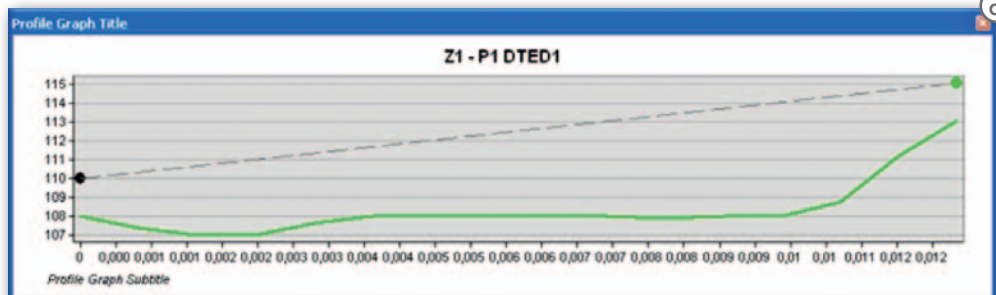
punktami, natomiast model utworzony na podstawie gęstej chmury punktów dał wynik prawidłowy. Numeryczny model pokrycia terenu pozwolił również na zebranie informacji na temat istniejących przeszkód terenowych w postaci zagłębień i przeszkód znajdujących się na powierzchni ziemi. Charakterystycznym obiektem, względem którego badano widoczność, był kościół z wieżą górującą nad okolicą (rys. 5).

● BADANIE NACHYLENIA STOKÓW

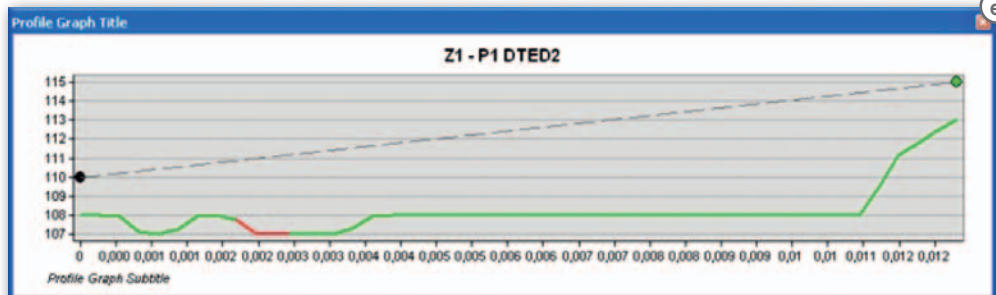
Również w przypadku analizy nachylenia stoków używamy różne wartości zależnie od materiałów użytych do analizy. Rozbieżności biorą się nie tylko z dokładności danego produktu geograficznego, ale też jego aktualności (naturalne i antropogeniczne zmiany w przyrodzie). Na rys. 6 przedstawiono analizy „dostępności zbroczy” wykonane przy użyciu modeli



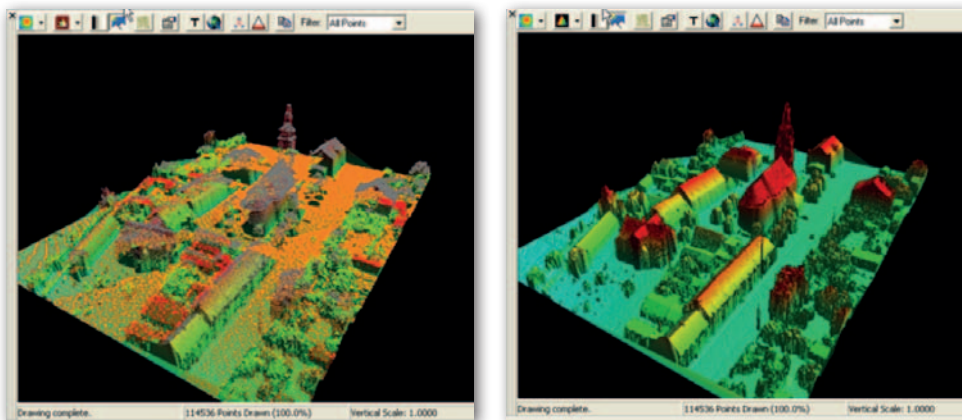
c



d



e



Rys. 5. Wizualizacja charakterystycznego obiektu – wieża kościoła w m. Uraz. Z prawej: Zdjęcie wykonane w kierunku Z2 – na kościół

DTED2 i z lotniczego skaningu laserowego. Ze względu na niską rozdzielczość przestrzenną DTED1 został wyłączony z analiz.

Informacja zawarta w danych ze skaningu laserowego jest znacznie obszerniejsza niż w modelu DTED2. Główne znaczenie ma oczywiście rozdzielczość przestrzenna, która w przypadku DTED2 praktycznie zaciera informację o wałach powodziowych czy nasypach do ich przekraczania. Dlatego wykorzystywanie tego modelu choćby do określania dostępności zbroczy daje wyniki niezgodne z rzeczywistością. Uzasadnione staje się więc stosowanie danych ze skaningu laserowego lub innych o zbli-

żonych parametrach dokładnościowych.

● SKANING LASEROWY PILNIE POTRZEBNY NA POLU WALKI

Nowoczesne technologie pozyskiwania danych determinują znacznie szersze obszary zastosowań niż tylko typowe geodezyjne. Coraz większe projekty realizowane w krótkim czasie stają się codziennością. Ich realizacja wymusza użycie najnowocześniejszych dostępnych narzędzi pozwalających na pozyskiwanie niewyobrażalnej dotąd ilości danych. Wysoka dokładność i rozdzielczość zgromadzonego materiału umożliwia wykorzystanie go przy two-

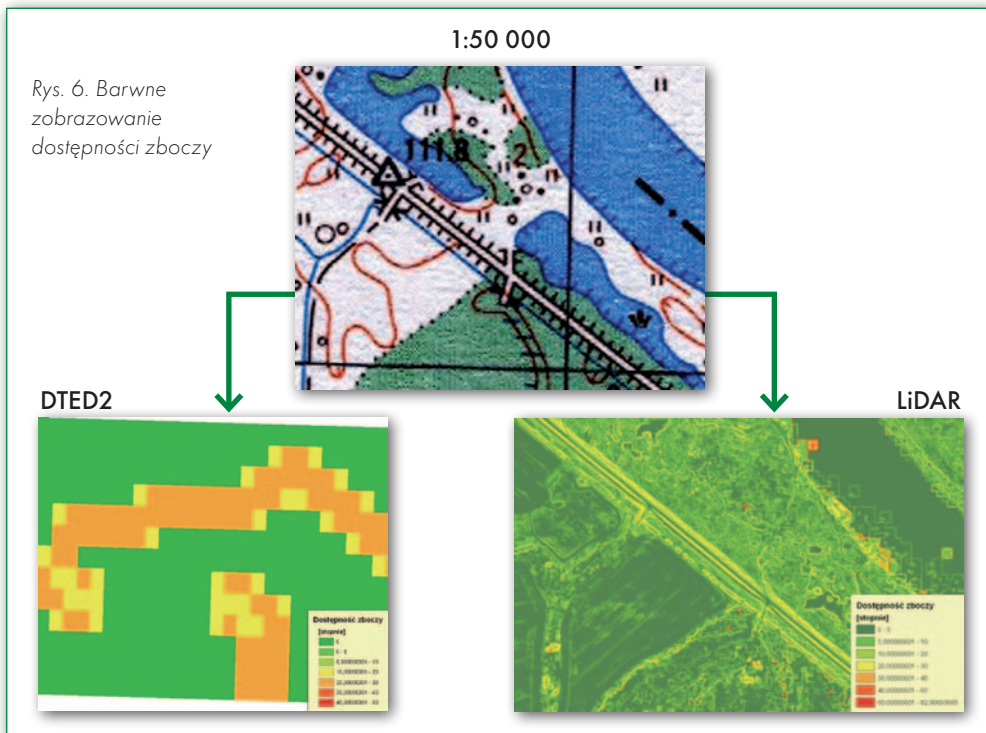
żeniu szerokiej gamy produktów kartograficznych. Skaningu laserowego naziemnego, lotniczego lub mobilnego pozwala na realizację tego typu zadań i wysoko podnosi poprzeczkę dla dotychczasowych metod pomiarów.

Do głównych produktów skaningu laserowego należą numeryczne modele terenu i pokrycia terenu. Umożliwiają one odejście od dotychczas stosowanych modeli DTED1 i DTED2, pozwalając na wykonywanie zbliżonych do rzeczywistości analiz widoczności, nachylenia stoków, a także analiz hydrologicznych w postaci map zagrożenia czy ryzyka powodziowego.

Zaprezentowane przykłady pokazują, że przeprowa-

dzenie choćby najprostszyc analiz, które często mają miejsce w informacyjnym przygotowaniu pola walki, może – w zależności od wykorzystanych danych – prowadzić do odmiennych wyników, a co za tym idzie, do poważnych konsekwencji. Przy operowaniu numerycznym modelem terenu DTED2 należy liczyć się z nieuwzględnieniem wałów przeciwpowodziowych, a w najlepszym przypadku – z obniżeniem dokładności analizy o kilka metrów.

To sprawia, że zastosowanie DTED do określania stref widoczności można traktować wyłącznie jako trening. Czy zatem użytkownicy okażą się na tyle świadomi, a technika skaningu laserowego na tyle dostępna, aby mogła powszechnie być stosowana? Czas pokaże.



KPT. PAWEŁ PABISIAK
(Wydział Topograficzny 2
KZ - Kraków),
MGR AGNIESZKA PTAK
(MGGP Aero - Tarnów),
MJR DR INŻ. GRZEGORZ STĘPIEŃ
(Sztab Generalny WP - Warszawa),
PPŁK ROBERT BAUER
(Sztab Generalny WP - Warszawa)

Analizy i wizualizacje wykonano za pomocą programów: ArcGIS, ENVI, LP360.

- Literatura:
- [1] Kurczyński Z., 2008: Metodyka oceny dokładności i scalania wielozródłowych numerycznych modeli terenu, Wyd. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji;
 - [2] Materiały z 9. Konferencji użytkowników oprogramowania firmy ESRI;
 - [3] www.mggpaero.com