

Paweł Franczak

Uniwersytet Jagielloński, e-mail: p.franczak@uj.edu.pl

Witold Jucha

Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie, e-mail: witold.jucha@gmail.com

IDENTYFIKACJA INFRASTRUKTURY OBRONNEJ Z OKRESU II WOJNY ŚWIATOWEJ NA OBSZARACH LEŚNYCH ZA POMOCĄ LOTNICZEGO SKANINGU LASEROWEGO (LIDAR)

*IDENTIFICATION OF THE INFRASTRUCTURE OF DEFENCE
FROM THE PERIOD OF THE SECOND WORLD WAR IN AREAS
OF FOREST BY LIDAR DATA MODEL*

Słowa kluczowe: LiDAR, Beskidy, II wojna światowa

Key words: Light Detection and Ranging, Beskidy Mountains, The Second World War

Abstract. LiDAR (Light Detecton And Ranging) data are very useful in geographical, historical and archeological studies. It is due to a large precision and concentration of this type of data, which makes it possible to study small forms in relief, like unmetalled roads, historical agricultural systems, or trench lines. The advantage of LiDAR is independence from changes in land cover (afforestation, development). The aim of this article is test on the usability of LiDAR data in research of trench lines built during the Second World War in Poland, in Beskidy Mountains.

WSTĘP

W Beskidach na obszarach leśnych do dnia dzisiejszego zachowały się liczne ślady po umocnieniach polowych wykonanych podczas II wojny światowej. Ich kształt i stopień zachowania zależy w dużej mierze od ich zaplanowania i wykonania a także zniszczenia (w wyniku działań wojennych, zachodzenia procesów naturalnych bądź dewastacji). Ponadto wpływ na ich dzisiejszy stan zachowania odgrywa charakter podłoża, sposób późniejszego użytkowania terenu oraz oddziaływania procesów naturalnych (m.in. spełzywanie, spłukiwanie, osuwanie). Wysokim stopniem zachowania tych form cechują się odcinki położone w miejscach trudno dostępnych, zalesionych lub porzuconych gospodarczo. Obiekty wykonane wśród pól uprawnych czy też zabudowań bardzo szybko po zakończeniu II wojny światowej zostały zniszczone, w celu odzyskania terenów użytkowych. Natomiast na obszarach leśnych obiekty te bardzo często zachowały się w bardzo dobrym stanie do dnia dzisiejszego.

W artykule podjęto próbę interpretacji wysokorozdzielczego modelu terenu uzyskanego z danych LiDAR w celu odtworzenia przebiegu linii okopów powstałej podczas II wojny światowej, a występujących obecnie na obszarach leśnych. Do tego celu wybrano fragment linii zbudowanej na potrzeby armii niemieckiej w Paśmie Jałowieckim i Grupie Mędralowej, w powiecie suskim (woj. małopolskie). W tekście przytoczono także kontekst historyczny powstania tychże form.

CEL I PRZEDMIOT BADAŃ

Głównym celem pracy jest sprawdzenie możliwości wykorzystania modeli terenu pochodzących z danych LiDAR do odtworzenia elementów historycznych fortyfikacji polowych znajdujących się na obszarach leśnych. W celu realizacji postawionego założenia dokonano interpretacji modelu, a także kartowania terenowego z użyciem GPS w celu sprawdzenia możliwości odczytania informacji z LiDAR. Dodatkowym celem badań jest zachowanie informacji o przebiegu linii umocnień z okresu II wojny światowej na obszarze Pasma Jałowieckiego i Grupy Mędralowej. W trakcie badania dokonano pomiarów długości zachowanych okopów oraz rozpoznano liczbę i typ zidentyfikowanych stanowisk punktowych, porównując je z danymi z odcinków testowych zbadanych w terenie.

OBSZAR BADAŃ

Badaniem objęto teren Pasma Jałowieckiego i Grupy Mędralowej znajdujących się w południowej Polsce, w województwie małopolskim. Pasma Jałowieckie wraz z Grupą Mędralowej i Pasmem Solnisk bywa również nazywane Pasmem Przedbabiogórskim (Figiel, Krzywda 2006; Kondracki 2009). Badany obszar bezpośrednio sąsiaduje z masywem Babiej Góry, z którym graniczy od południa. Najwyższym szczytem Pasma Jałowieckiego jest Jałowiec (1111 m n.p.m.), któremu pasmo zawdzięcza nazwę, natomiast najwyższym szczytem badanego obszaru jest Mędralowa (1169 m n.p.m.) nazywana również Wielkim Jałowcem. W regionalizacji fizycznogeograficznej J. Kondrackiego (2009) badany obszar zaliczany jest do Beskidu Makowskiego, natomiast w podziale J. Balona i M. Jodłowskiego (2005) stanowi część Beskidu Żywiecko-Orawskiego.

Przebieg linii okopów OKH Stellung b1 nawiązuje do kierunku głównego grzbietu Pasma Jałowieckiego. Najdłuższy odcinek zachował się w niemal nieprzekształconym stanie w jego części północno-wschodniej, na stokach Malikowskiego Gronia (760 m n.p.m.; najwyżej wyniesionego w północnej części pasma). Duża liczba obiektów znajduje się również w północno-wschodniej części Grupy Mędralowej, na stokach Mędralowej (Wielki Jałowiec) (1169 m n.p.m.) i Kolistego Gronia (Magurka) (1114 m n.p.m.).

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Do odtworzenia przebiegu linii umocnień użyto modelu terenowego wygenerowanego z chmury punktów LiDAR udostępnionego przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej dla obszaru Pasma Jałowieckiego i Grupy Mędralowej. Rozmiar komórki rastra modelu wynosił 1x1 m. Model przekształcono do formatu ASCII grid w programie FUSION/LDV 3.42 (FUSION/LDV: Software for LiDAR data and visualisation – <http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/>). Następnie zaimportowano go do programu Quantum GIS 2.8.1. (Quantum GIS Project, - <http://qgis.org/>). W programie tym wykonano następujące czynności:

- połączono poszczególne fragmenty w jeden model (funkcja złączenie rastrów);
- wygenerowano model cieniowany (shaded relief); wykonano kilka wariantów o różnym azymucie i kącie oświetlenia;
- powstałe mapy poddano wektoryzacji; utworzono dwie warstwy wektorowe: liniową zawierającą przebieg linii okopów w podziale na cztery klasy (rów okopu, rów łącznikowy, rów dobiegowy do schronu biernego, rów dobiegowy do stanowiska strzeleckiego), punktową zawierającą stanowiska punktowe w podziale na trzy klasy (schron bierny, stanowisko bez rowu dobiegowego, stanowisko strzeleckie).

W celu weryfikacji uzyskanych z modelu wyników dokonano dwóch kartowań terenowych (w 2014 i 2015 r.): pierwsze objęło fragment ok. 0,5 km linii okopu na stoku Malikowskiego Gronia (760 m n.p.m.); drugie wykonano w obrębie



Ryc. 1. Stanowisko strzelnicze w obrębie linii okopów na Malikowskim Groniu
Źródło: P. Franczak.



Ryc. 2. Pozostałości schronu bojowego na Malikowskim Groniu

Źródło: P. Franczak.

punktu oporu wokół szczytu Mędralowej (1169 m n.p.m.) i objęło fragment linii okopu o długości ok. 2,0 km. Podczas badania wykorzystano odbiornik GarminGPSMap 62 i użyto funkcji zapisu śladu (co 10 sekund) w celu uzyskania przebiegu linii oraz zapisu waypointów przy stanowiskach punktowych. Uzyskane dane następnie porównano z danymi z LIDAR w celu weryfikacji jego dokładności i rozpoznania typów obiektów.

HISTORIA BUDOWY UMOCNIEŃ W PAŃMIE JAŁOWIECKIM

Zachowane do dnia dzisiejszego ślady umocnień obronnych w Beskidach powstawały w dwóch etapach. Nieliczne obiekty zostały wykonane przed wybuchem II wojny światowej. W marcu 1939 r. wojska niemieckie dokonały aneksji Czech i Moraw. Natomiast na terytorium Słowacji utworzono republikę zarządzaną przez ks. Józefa Tiso, która deklarowała sojusz z Niemcami (Stebnik 1989). Położone tuż poza południowymi granicami Polski sąsiadujące z badanym obszarem tereny znalazły się pod kontrolą Niemiec. Z powodu wzrostu zagrożenia wybuchem wojny rozpoczęto fortyfikację pasa przygranicznego w odległości około 15-20 km od południowej granicy Polski (Bednarz, Sadowski 2009; Sadowski 2011). Ich budowę na poszczególnych odcinkach rozpoczęto jednak dopiero latem i jesienią 1939 roku, co ze względu na późne rozpoczęcie prac było przyczyną nieukończenia budowy tych fortyfikacji do wybuchu wojny (Suchanek 2004; Kastelik i in. 2013).

W Paśmie Przedbabiogórskim powstały umocnienia, które utworzyły odcinek obrony „Zawoja – Maków” wchodzący w skład większego odcinka „Żywiec” (Suchanek 2004; Bednarz, Sadowski 2009; Sadowski 2011). Ponadto nieliczne obiekty znajdowały się wzdłuż linii obrony wyznaczonej od Hali Kamińskiego poprzez Przełęcz Lipnicką po Sidziny, a pojedyncze stanowiska wykonano na tyłach głównej linii obrony w dolinie Skawicy, m.in. na Sitkowej Grapie w miejscu znacznego zwężenia dna doliny (Śledziński 2009; Mydlarz 2012; Franczak, Jucha 2015).

Znacznie większa część obiektów obronnych powstała na badanym obszarze w końcowej fazie trwania wojny. W czerwcu 1944 r. rozpoczęła się Operacja Bagration, w ramach której wojska Armii Czerwonej przystąpiły do ofensywy i front zaczął przesuwac się na zachód (Zaloga 1996). Do jesieni 1944 r. front wschodni dotarł do linii: granica Prus Wschodnich – centralny bieg Wisły – odcinek na zachód od linii Dębica – Krosno, gdzie uległ zatrzymaniu. Wojska niemieckie straciły całkowicie kontrolę nad kontrolowanymi dotychczas terytoriami, a działania wojenne zaczęły coraz bardziej zagrażać Niemcom (Śledziński 2009). Przystąpiono więc do budowy – głównie na terytorium okupowanej Polski – kilku linii umocnień mających za zadanie umożliwić powstrzymanie nacierających wojsk nieprzyjaciela. Rozpoczęto prace nad budową linii umocnień mających przebiegać od Morza Bałtyckiego aż po dolinę Dunaju (Rawski 1966; Sadowski 2009). Nosiły one nazwę Oberkommando des Heeres Stellungen – w skrócie OKH Stellungen. Na obszarze Żywiecczyny były to linie OKH Stellung b1 (przebiegająca m.in. przez Zawoję) i OKH Stellung b2 prowadząca kilkadziesiąt kilometrów na zachód od linii b1 (Śledziński 2009; Rosiek 2014).

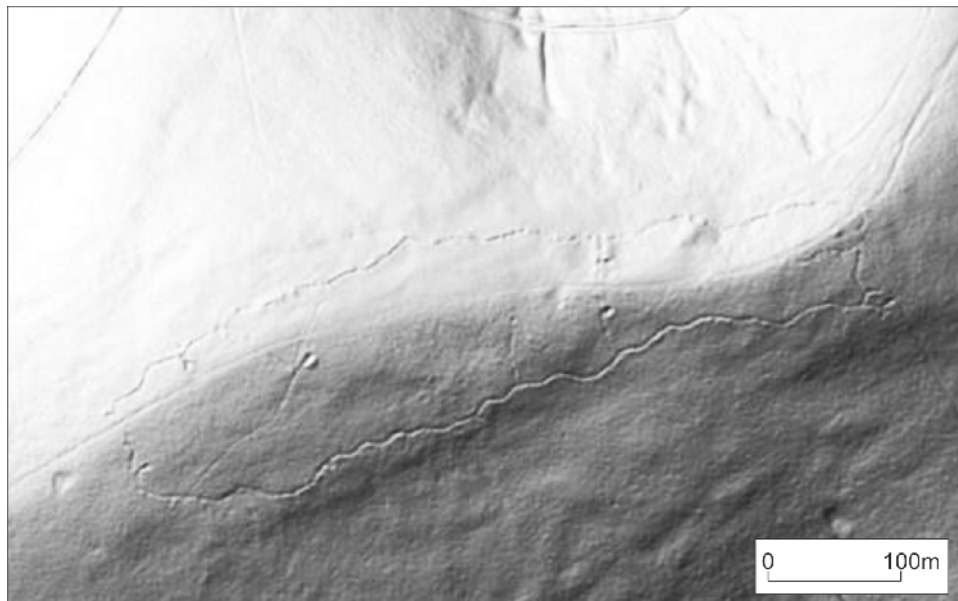
W sierpniu 1944 r. przystąpiono do budowy umocnień na badanym obszarze. Budowane fortyfikacje polowe linii b-1 składały się z jednej, dwóch, a miejscami także trzech linii obrony przeciwpiechotnej, które stanowiły okopy łączone rowami łącznikowymi. Ponadto w ważnych z punktu widzenia całego systemu obrony miejscach budowano punkty oporu. System wzmacniały także okopy przeciwpancerne wraz z przeszkodami wykonywanymi w poprzek dróg (Śledziński 2009). Umocnienia były wykonywane przez robotników przymusowych pochodzących z okolicznych miejscowości, nad którymi kierownictwo sprawowali funkcjonariusze Organisation Todt (niemieckiej organizacji budowlanej). Nadzór nad terenem robót sprawowali żołnierze sprowadzeni w tym celu z jednostek tyłowych (Sadowski 2011, 2013).

Większość budowanego w 1944 r. systemu fortyfikacji stworzono od podstaw, jednak na krótkich odcinkach w jej skład włączana była infrastruktura obronna wybudowana przez Wojsko Polskie w 1939 r. Linia OKH Stellung b1 na badanym obszarze nie została wykorzystana w działaniach wojennych. Niemcy przed dotarciem na badany teren frontu wycofali się w kierunku Koszarawy i dalej na Żywiecczynę. Armia Czerwona zajęła bez walki tereny pasma Jałowieckiego w styczniu 1945 r. (Kantyka 1985).

PRZEBIEG POZYCJI OKH STELLUNG B1 NA BADANYM OBSZARZE

Umocnienia OKH Stellung b1 prowadziły na terenie Beskidów od Stryczowa przez górę Chełm do Marcówki i dalej do doliny Paleczki w Budzowie. Następnie linia umocnień prowadziła przez stoki Makowskiej Góry do doliny Skawy w Makowie Podhalańskim (Franczak, Jucha 2015). Natomiast na obszarze Pasma Jałowieckiego linia ta biegła przez Grzechynię w kierunku kulminacji Malikowskiego Gronia (760 m n.p.m.), na którym skręcała i prowadziła na południowy-zachód. Dalej przez Zawoję Przysłop linia umocnień biegła do Zawoi Welczy, z której wznosiła się w kierunku ostatnich umocnień wykonanych na terytorium Polski, na szczycie Mędralowej (Sadowski 2011; Franczak, Jucha 2015). Po opuszczeniu terytorium Polski linia ta schodziła do Orawskiej Półgórny (Oravská Polhora) i prowadziła dalej na południe Europy.

Na obszarze Pasma Jałowieckiego i Grupy Mędralowej prócz linii obrony przeciwpiechotnej funkcjonowały także punkty oporu, które miały za zadanie niszczyć broń pancerną przeciwnika. Według M. Śledzińskiego (2009) na obszarze badanego pasma znajdowały się dwa ich stanowiska: w Grzechynii i na Hali Kamińskiego. Badania terenowe wykazały jednak istnienie trzeciego punktu oporu zlokalizowanego na Hali Mędralowej. Punkt obrony w Grzechynii został zlokalizowany w celu zapewnienia ochrony doliny Skawy przed mogącymi przemieszczać się nią wrogimi oddziałami. Z kolei punkty obrony na Hali Kamińskiego i Hali Mędralowej zostały zlokalizowane w partiach szczytowych, tuż przy granicy państwowej, w terenie niedostępnym i dobrze naturalnie fortyfikowanym.



Ryc. 3. Punkt oporu na Hali Mędralowej widziany na cieniowaniu wygenerowanym z LiDAR
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z CODGiK.

Zbadane podczas przeprowadzonych badań fortyfikacje polowe mierzyły ponad 21 km długości. Wchodzący w ich skład największy zachowany fragment okopów mieści się na stokach Malikowskiego Gronia. Składa się on z podwójnej linii terenowych umocnień połączonych rowami łącznikowymi. Z kolei punkty oporu na Halach Kamińskiego i Mędralowej mają charakter zamkniętych pętli wokół szczytów zbudowanych z okopów połączonych przebiegającymi w poprzek grzbietów rowami łącznikowymi. Punkt oporu na Hali Mędralowej prawdopodobnie nie został jednak ukończony, ponieważ jeden z odcinków łącznikowych jest ślepo zakończony, a także istnieje ślad po rozpoczętej budowie linii biegnącej wzdłuż grzbietu we wschodniej części tego punktu oporu.

IDENTYFIKACJA INFRASTRUKTURY OBRONNEJ NA OBSZARACH LEŚNYCH

Analizowane podczas badań fragmenty umocnień charakteryzowały się dobrym stopniem zachowania. Były to odcinki przebiegające głównie na obszarach leśnych, a jedynie pojedyncze ich fragmenty prowadziły w terenie niezalesionym (w obrębie nieużytków oraz hal).

Na obszarach bezleśnych (na Hali Kamińskiego) niewielki odcinek umocnień o długości kilkudziesięciu metrów widoczny jest bezpośrednio na ortofotomapie. Przebieg linii okopów w obrębie hali widoczny jest jednak na ortofotomapie również dzięki nawiązywaniu do ich przebiegu przez roślinność. Formy te porastają liczące od kilkunastu do kilkudziesięciu lat świerki (*Picea A. Dietr.*), których



Ryc. 4. Fragment sieci umocnień w obrębie punktu oporu na Hali Mędralowej widziany na ortofotomapie z 2009 r. (A – drzewa w obrębie rowów; B – krzewy w obrębie rowów; C – drogi gruntowe/ścieżki)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z CODGiK.

przebieg wyraźnie zaznacza się na ortofotomapie. Ponadto rowy oraz sąsiadującą im strefę o szerokości do kilku metrów porasta borówka czarna (*Vaccinium myrtillus* L.) oraz rzadziej jeżyna (*Rubus* L.), tworząc bardzo wyraźnie zaznaczający się w obrębie hali pas.

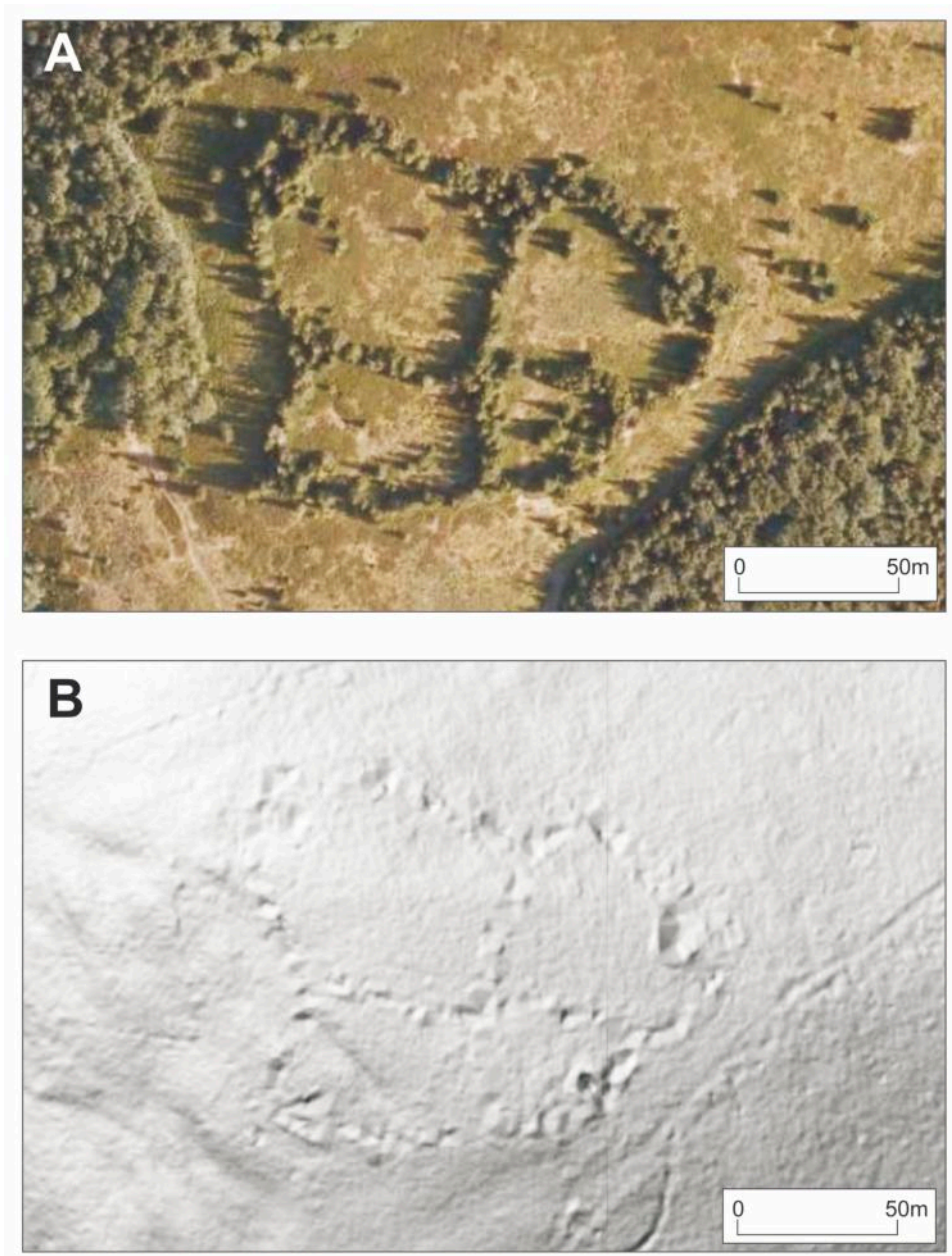
Na obszarze lasu przebieg linii obronnych na ortofotomapie nie jest widoczny. Formy te wyraźnie zaznaczają się jednak na obranie pochodzącym z LiDAR.



Ryc. 5. Świerki porastające rów okopu na Hali Mędralowej
Źródło: P. Franczak.

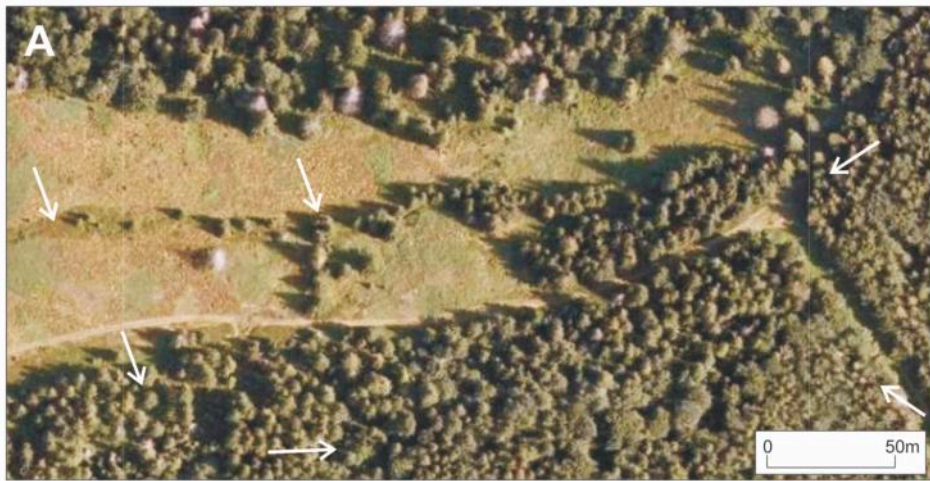


Ryc. 6. Borówka czarna porastająca rów okopu na Hali Mędralowej
Źródło: P. Franczak.



Ryc. 7. A – drzewa porastające rowy w obrębie punktu oporu na Hali Kamińskiego widziane na ortofotomapie z 2009 r.; B – punkt oporu na Hali Kamińskiego widziany na cieniowaniu wygenerowanym z LiDAR

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z CODGiK.



Ryc. 8. A – fragment punktu oporu na Hali Mędralowej widziany na ortofotomapie z 2009 r.; B – fragment punktu oporu na Hali Mędralowej wygenerowany na cieniowaniu wygenerowanym z LiDAR

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z CODGiK.

W przypadku liniowych obiektów wektorowych interpretowanych za pomocą LiDAR obserwowany jest bardziej wygładzony przebieg oraz ich mniejsza krętość niż w przypadku śladów GPS. Występują przypadki znacznego wydłużenia odcinka niezgodnego z przebiegiem rzeczywistym. Podczas badania terenowego z GPS na stoku Malikowskiego Gronia pominięto jeden z dołów po schronie biernym będący jedną z największych i najgłębszych form punktowych na tej fortyfikacji połowej (Franczak, Jucha 2015). Rów dobiegowy został w trakcie kartowania zaznaczony błędnie jako początek rowu łącznikowego. Można przy tym stwierdzić, że dla zbadanego fragmentu jest on położony nietypowo – ma on wejście umieszczone od północy, a jego rów dobiegowy zakręca w lewo. W przypadku

pozostałych trzech schronów biernych jest odwrotnie – rów dobiegowy zakręca w prawo, a wejście znajduje się od strony południowej.

W przypadku badania z użyciem LiDAR pominięto natomiast trzy stanowiska strzeleckie. Jednak powtórna analiza modelu umożliwiła lokalizację pominiętych wcześniej dwóch z nich, jednak trzeciego nie udało się wskazać na modelu LiDAR. Nie udało się także na podstawie samego modelu podzielić stanowisk strzeleckich na stanowiska karabinów maszynowych i podwójne stanowiska strzeleckie. Ich rozróżnienie umożliwiło dopiero przeprowadzone badanie terenowe. W wyniku badań z użyciem GPS można stwierdzić, że przy górnej linii okopów były zlokalizowane wyłącznie stanowiska podwójne dla strzelców, natomiast na dolnej stanowiska były rozlokowane w parach: przy każdym stanowisku dla karabinu maszynowego od prawej strony znajdowało się osłaniające je podwójne stanowisko dla strzelców. Schemat par stanowisk powtarza się w każdym miejscu na linii dolnej okopu, zatem ustaloną podczas badania terenowego klasyfikację można rozciągnąć na resztę linii dolnej.

Przeprowadzone na Hali Mędralowej ponowne badanie terenowe umożliwiło zaklasyfikowanie stanowisk punktowych do wyróżnionych typów, a także ujawniło dalsze cztery stanowiska, które zostały pominięte w trakcie prac kameralnych z LiDAR.

PODSUMOWANIE

Odtworzony na obszarze Pasma Jałowieckiego i Grupy Mędralowej odcinek linii OKH Stellung b1 charakteryzuje się bardzo dobrym stanem zachowania. Ponadto na niemal całym badanym odcinku udało się udokumentować w bardzo dobrym stanie zachowania infrastrukturę obronną w postaci m.in. schronów biernych, stanowisk strzelniczych oraz rowów łącznikowych i dobiegowych. Do dobrego stanu ich zachowania przyczyniło się kilka czynników. Jednym z najważniejszych jest fakt iż linia umocnień nie została zniszczona w trakcie działań wojennych, ponieważ główna linia frontu ominęła ten odcinek umocnień. Ponadto większość okopów wykonana została na obszarach leśnych, przez co po zakończeniu II wojny światowej nie były one zasypywane przez miejscową ludność w celu odzyskania gruntów uprawnych. Z kolei brak wykorzystania przy budowie umocnień trwałych materiałów budowlanych (metali, drewna) uchronił je przed niszczeniem, w celu wtórnego wykorzystania tych materiałów. Natomiast wykonanie umocnień w twardym podłożu (często z wykorzystaniem bloków piaskowca magurskiego) spowodowało, że umocnienia te nie zostały zniszczone w wyniku zachodzącej działalności ruchów masowych.

Obie zastosowane w trakcie kartowania metody okazały się posiadać plusy i minusy. Wykorzystanie LiDAR umożliwiło wytyczenie przebiegu linii umocnień na dużym obszarze, wraz z zidentyfikowaniem lokalizacji dużych obiektów punktowych. Z kolei kartowanie z wykorzystaniem GPS pozwoliło na znaczące

uszczegółowienie danych uzyskanych z LiDAR, m.in. poprzez dokonanie klasyfikacji zidentyfikowanych obiektów punktowych oraz skartowanie mniejszych obiektów. Wykorzystanie LiDAR uzupełnione o kartowanie terenowe pozwala na identyfikację przebiegu infrastruktury obronnej na obszarach leśnych.

LITERATURA

- Balon J., Jodłowski M. (2005). *Regionalizacja fizycznogeograficzna pogranicza polsko-słowackiego*, [w:] M. Strzyż (red.). *Perspektywy rozwoju regionu w świetle badań krajobrazowych*, Problemy Ekologii Krajobrazu, 12: 69-76
- Bednarz S., Sadowski P. (2009). *Działania wojenne w rejonie Babiej Góry we wrześniu 1939 r.*, Rocznik Babiogórski, 11: 31-88.
- Figiel S., Janicka-Krzywda U., Krzywda P., Wiśniewski W.W. (2006). *Beskid Żywiecki*, Oficyna Wydawnicza „Rewasz”, 221-223.
- Franczak P., Jucha W. (2015). *Porównanie przydatności danych z kartowania terenowego i interpretacji modelu terenu wygenerowanego z danych LiDAR do rozpoznania infrastruktury obronnej z II wojny światowej w Paśmie Jałowieckim*, Prace Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, 4: 36-48.
- Fuglewicz S. (1995). *Problematyka terminologii i systematyki fortyfikacji najnowszej*, Fortyfikacja, 3: 152-161.
- Kantyka J. (1985). *Na beskidzkich szlakach. Z dziejów walk z okupantem hitlerowskim*, Wyd. Śląsk, Katowice, 45-49.
- Kastelik A., Jucha W., Rosiek J. (2013). *Fortyfikacje stałe w Węgierskiej Górcie w przededniu II wojny światowej – przegląd za pomocą współczesnych narzędzi geograficznych*, Prace Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, 2: 63-75.
- Kondracki J. (2009). *Geografia regionalna Polski*, Wyd. naukowe PWN, Warszawa, 327-328.
- Mendrygał Z. (red.) 1976. *Encyklopedia Techniki Wojskowej*, Wyd. Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 444-624.
- Mydlarz J. (2009). *Skawica od 1900 do 1939 roku*, [w:] Harasimczyk J.H. (red.). *Królewska wieś: monografia Skawicy*, Wyd. Faktoria Wyrazu, Skawica-Kraków, 69-87.
- Rawski T. (1966). *Niemieckie umocnienia na ziemiach polskich w latach 1919-1945*, [w:] *Studia i materiały do historii wojskowości*, 12: 281-301.
- Rosiek J. (2014). *Zęby Smoka w Leśnej*, Nowiny Lipowskie, 17.
- Sadowski P. (2009). *Niemieckie fortyfikacje z 1944 r. w Beskidzie Myślenickim - budowa, wykorzystanie bojowe, stan obecny*, Biuletyn miłośników Fortyfikacji INFORT. Fortyfikacje II wojny światowej "Od zapomnienia do zagospodarowania", numer specjalny, 20-35.
- Sadowski P. (2011). *Druga wojna światowa pod Babią Górą. Księga Strat*, Wyd. SGB. Kraków-Zawoja, 1-488.
- Sadowski P. (2013). *Jordanów w czasie II wojny światowej*, [w:] Bednarz S., Sadowski P. (red.). „Jordanów: monografia miasta”, Wyd. TMZJ, Bielsko-Biała, 235-282.
- Suchanek P. (2004). *Fortyfikacje Jeleśni*, Przyborów-Krzyżowa-Żywiec, 4-7.
- Steblik W. (1989). *Armia Kraków 1939*, Wyd. Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1-692.
- Śledziński M. (2009). *Pozycja b-1. Odcinek południowy na tle innych niemieckich fortyfikacji z roku 1944*, Biuletyn miłośników Fortyfikacji INFORT. Fortyfikacje II wojny światowej "Od zapomnienia do zagospodarowania", numer specjalny, 4-19.

Zaloga S. (1996). *Bagrations 1944: The Destruction of Army Group Centre*, Osprey Publishing, Wellingborough, 1-96.

Źródła internetowe

Quantum GIS Project – <http://qgis.org/> [dostęp z dnia: 1.08.2015]

FUSION/LDV: Software for LiDAR data and visualisation -

<http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/> [dostęp z dnia: 1.08.2015]

STRESZCZENIE

Dane pochodzące z LiDAR są bardzo przydatnymi w badaniach geograficznych, historycznych i archeologicznych. Jest to spowodowane dużą precyzją i jakością tego typu danych, co sprawia, że istnieje możliwość badania małych form. Zaletą LiDAR jest niezależność od zmian pokrycia terenu (zalesianie, rozwój). Celem niniejszego artykułu jest próba wykorzystywania danych LiDAR w badaniach linii okopów zbudowanych w czasie II wojny światowej w Polsce, w Beskidach.

Za obszar badań przyjęto Pasma Jałowiec i Grupę Mędralowej w południowo-zachodniej części Małopolski, na południu Polski. Pasma Jałowiec wraz z Grupą Mędralowej stanowi kontynuację Masywu Babiej Góry (Beskid Żywiecki). Fortyfikacje zostały zbudowane na obszarze badań przed i podczas II wojny światowej. Pierwsze obiekty zostały wykonane przez Wojsko Polskie w 1939 roku, natomiast drugi etap budowy linii fortyfikacyjnych miał miejsce w 1944 roku. Najwięcej obiektów na badanym obszarze wykonano na stokach Malikowski Groń. Obiekty wybudowane w 1944 roku zachowały się w stanie dobrym aż do dnia dzisiejszego. Linie okopów i obiekty są bardzo dobrze widoczne w danych LiDAR, co pozwala na odtworzenie ich przebiegu nawet na obszarach leśnych.

SUMMARY

LiDAR (Light Detecton And Ranging) data are very useful in geographical, historical and archeological studies. It is caused by large precision and concentration of this type of data, which makes it possible to study small forms in relief, like unmetalled roads, historical agricultural systems, or trench lines. The advantage of LiDAR is independence from changes in land cover (afforestation, development). The aim of this article is test on the usability of LiDAR data in research of trench lines built during Second World War in Poland, in Beskidy Mountains.

The study area selected to this text was located in Jałowiec Range and Mędralowa Mountain Group in south-west of Małopolskie Province, south of Poland. Jałowiec Range and Mędralowa Mountain Group is a continuation to the north of the Babia Góra Massif (Beskid Żywiecki, Carpathians). The fortifications were been built in this area before and during the Second World War. The first objects were built by the Polish Army in 1939 and second time there were built two large fortification lines in 1944, by Polish people forced to do it by German soldiers. Most objects in the studied area were made on the slopes of Malikowski Groń. The objects constructed in 1944 have been preserved in good condition up to the present day. Few objects have been transformed by the geomorphological processes and by overgrown trees and shrubs on them. These objects have survived to this day, because they were not damaged during hostilities. The trench lines and objects are visible quite well in LiDAR data, which allows you to reconstruct their line even in forest areas.