

przeciwnika. A znając pozycję działa oraz grubość stropu w danym miejscu, inżynierowie potrafili wyliczyć, ile prochu strzelniczego należy umieścić w danym korytarzu w celu zniszczenia umocnień wroga na powierzchni.

**S**tudentów przyjął gospodarz twierdzy Dariusz Rzepa, a swoją wiedzę na temat obiektu z pasją przekazywał Mirosław Klimkiewicz. Pracownicy firmy TPI przeszkolili młodzież z obsługi skanera Faro X330, udzielili również kilku wskazówek software'owych. Technologia skaningu umożliwiła pomiar z dużą szybkością i milimetrową dokładnością. Otrzymane w ten sposób chmury punktów były podstawą do odwzorowania korytarzy w postaci modelu 3D. Studenci rozpoczęli swoje prace od pomiaru wejścia i części zejścia do podziemia. Zeskanowano ok. 1,5 km korytarzy, co stanowi blisko 5% całej sieci wyrobisk. Pomiar wykonano na 33 stanowiskach, łączny rozmiar otrzymanych plików wynosi 6,1 GB. Utworzony trójwymiarowy model sieci korytarzy ma być wydrukowany z wykorzystaniem drukarki 3D i stanowić dodatkową atrakcję dla zwiedzających twierdzę w Kłodzku. Opracowane wyniki pomiarów przedstawione będą m.in. podczas Ogólnopolskiej Konferencji Kół Naukowych Studentów Geodezji. Ostatnim zaplanowanym zadaniem było pomierzenie i stworzenie modelu 3D wiernej kopii czołgu, która jest jednym z eksponatów Twierdzy Kłodzko. Model ten w formie animacji można obejrzeć m.in. na fanpage'u SKNG Agrimensor ([www.facebook.com/skngagrimensor](http://www.facebook.com/skngagrimensor)).

**O**bóz był doskonałą okazją do zapoznania się z najnowocześniejszymi metodami pomiarów. Jego uczestnicy zostali zaproszeni na nocne zwiedzanie twierdzy, dzięki czemu wzbogacili również swoją wiedzę historyczną. Studenci już planują kolejny wyjazd, aby pomierzyć dalszą część korytarzy i w przyszłości stworzyć kompletną mapę podziemnych wyrobisk pod twierdzą. Za wsparcie i pomoc w organizacji obozu członkowie SKNG Agrimensor dziękują opiekunowi koła oraz projektu dr. inż. Pawłowi Sikorze.

W obozie uczestniczyli studenci: Katarzyna Gonska, Maciej Kurlowicz, Marcin Wróblewski i Dominika Załęcka wraz z opiekunem SKNG Agrimensor Pawłem Sikorą, a także przedstawiciele firmy TPI: Filip Wolak i Michał Adamczyk.

**Marcin Wróblewski i Magdalena Wyleżół**



# Będzie Jaskinia Łokietka 3D

Fot. Karolina Zięba

Głównym celem projektu badawczego pod nazwą „Jaskinia Łokietka 3D” prowadzonego z udziałem studentów pod kierunkiem dr. hab. inż. Piotra Wężyka (UR w Krakowie) jest przeprowadzenie inwentaryzacji tego obiektu metodą naziemnego skanowania laserowego (Terrestrial Laser Scanning, TLS), wykonanie modelu 3D, profili poprzecznych, określenie kubatury i wymiarów poszczególnych sal i korytarzy oraz przygotowanie wizualizacji multimedialnych.

**R**ealizację tego przedsięwzięcia w lipcu br. rozpoczęli członkowie Sekcji Geomatyki Koła Naukowego Leśników Laboratorium Geomatyki (Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie) przy zaangażowaniu Klubu Podróżników „Śródziemie” w Krakowie. Obecnie trwają prace kameralne.

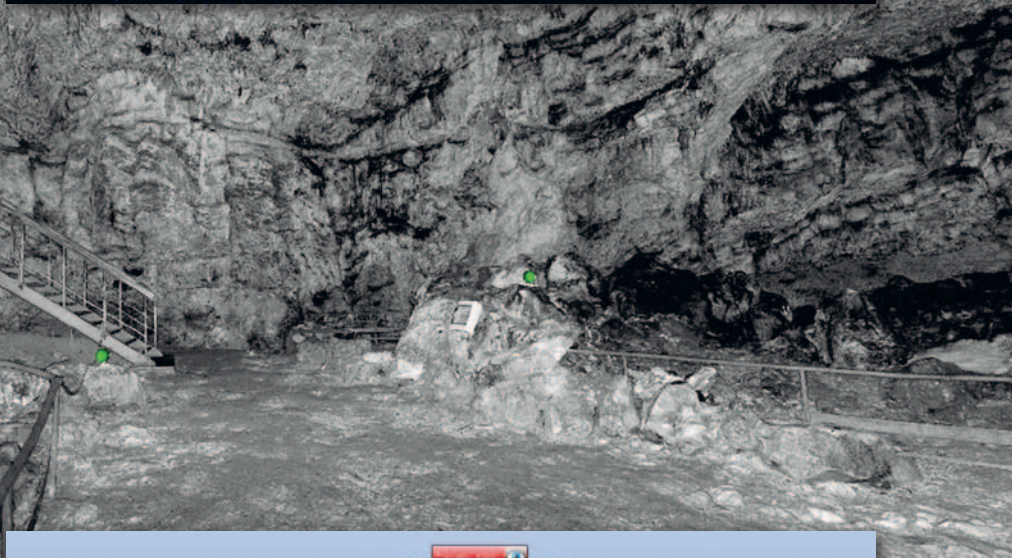
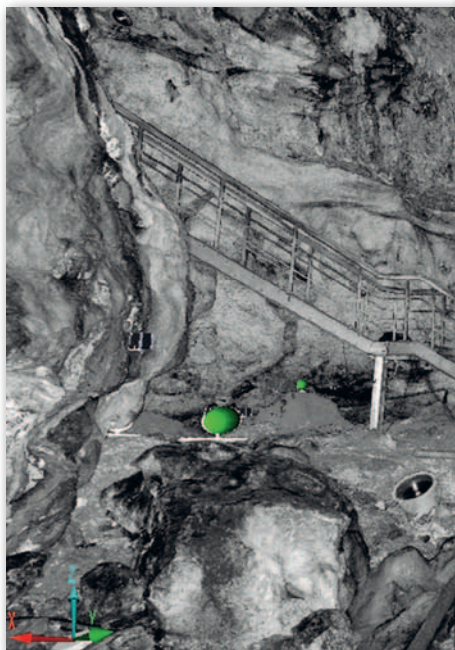
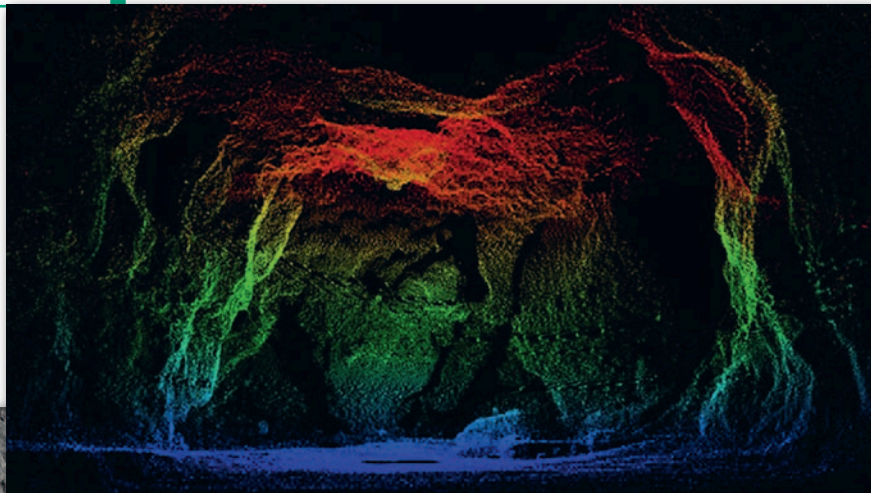
W dalszej kolejności podjęte zostaną prace nad integracją uzyskanych chmur punktów TLS z danymi z lotniczego skanowania laserowego (ISOK) oraz zdjęciami cyfrowymi (naziemnymi i lotniczymi). Będzie to możliwe dzięki wykonaniu pomiarów GNSS i tachimetrycznych okolic jaskini, których realizację nadzoruje dr inż. Artur Warchoł (Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, UR w Krakowie).

**P**omiary w położonej na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego Jaskini Łokietka były poprzedzone

testami, a przez trzy kolejne noce (po zakończeniu ruchu turystycznego) wykonano 48 skanów, z czego 5 przed wejściem do jaskini. Kluczową czynnością było odpowiednie rozmieszczenie kul referencyjnych niezbędnych do połączenia poszczególnych skanów wykonywanych w kolejnych sesjach. Tworzą one chmurę TLS składającą się z ponad 2 mld punktów, które w najbliższym czasie zostaną poddane modelowaniu.

W projekcie testowano także metodę generowania chmur punktów z wykorzystaniem *stereomatchingu* zdjęć naziemnych wykonywanych kamerami cyfrowymi (Nikon D3100). W tym celu zastosowano oprogramowanie Pix4D mapper (wersja *trial*), które umożliwia generowanie chmur punktów ze stereopar zdjęć. Metoda ta stanowi ciekawą alternatywę uzupełniania danych pozyskanych w technologii naziemnego skanowania laserowego.

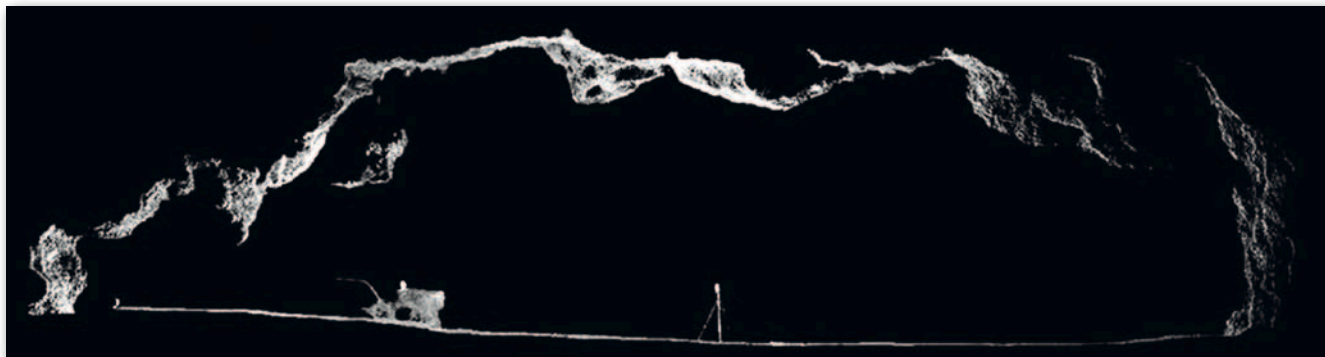
Na stronie obok: szef Sekcji Geomatyki KNL Piotr Rysiak i dr hab. inż. Piotr Wężyk przy skanerze Trimble TX5 3D  
 Po prawej: Rzut izometryczny z pierwszego stanowiska skanera w Sali Rycerskiej. Kolory oznaczają wysokość względną  
 Poniżej: Obraz planarny intensywności skanu w odcieniach szarości – Sypialnia Łokietka. Zielone obiekty to kule referencyjne służące do łączenia chmur punktów pozyskanych z różnych stanowisk skanera



**S**przęt pomiarowy wykorzystywany w projekcie to: skanery Faro Focus 3D (udostępniony przez AGH w Krakowie) oraz Trimble TX5 3D (Geotronics Polska), tachimetr bezlustrowy Nikon NPL 352 i odbiornik GNSS Trimble R6 (UR w Krakowie, WIŚiG). Dodatkowo zastosowano aparaty cyfrowe RICOH G700SE wyposażone w odbiornik GPS i kompas elektroniczny do prowadzenia dokumentacji fotograficznej. Do łączenia chmur punktów TLS wykorzystano oprogramowanie Faro Scene 5.3. Prace kameralne prawdopodobnie uda się zakończyć na przełomie stycznia i lutego przyszłego roku.  
**Piotr Wężyk**



Fragment zeskanowanej jaskini. 15 pozycji skanera Trimble X5 3D. Od prawej: przejście z Sali Rycerskiej przez Kuchnię do Sypialni Jaskini Łokietka (OPN). Kolory oznaczają pojedyncze stanowiska skanera



Sala Rycerska – przekrój przez chmurę punktów TLS. Odcienie szarości oznaczają intensywność odbicia promieni lasera