



Skanery w wyrobiskach

W lipcu na Listę światowego dziedzictwa UNESCO wpisano pogórnice zabytki Tarnowskich Gór. Część kompleksu – Zabytkową Kopalnię Srebra – już w zeszłym roku na zlecenie Stowarzyszenia Miłośników Ziemi Tarnogórskiej zeskanowała firma Geocartis z Poznania.

Damian Czekaj

Formalna decyzja o wpisie zapadła podczas odbywającej się w Krakowie 41. sesji Komitetu Światowego Dziedzictwa (2-12 lipca). Kopalnia ołowiu, srebra i cynku wraz z systemem gospodarowania wodami podziemnymi w Tarnowskich Górach stała się 15. polskim obiektem na liście, a zarazem pierwszym na Górnym Śląsku. To największe i najbardziej znaczące historyczne kopalnie tych

rud w Polsce – świadectwo 500-letnich tradycji górniczych. Przez wieki na obszarze Tarnowskich Gór i okolic funkcjonowało kilka tysięcy kopalń – powstało około 20 tys. szybów i ponad 150 km podziemnych wyrobisk. We wniosku do UNESCO znalazło się 28 obiektów, nie tylko w Tarnowskich Górach, ale też w sąsiednich Zbroslawicach i Bytomiu. Są to pozostałości po dawnych kopalniach – wyrobiska i szyby górnicze, system odwadniania i wykorzystania wody pogórnicej oraz elementy krajobrazu kulturowego.

• Filmowa chmura punktów

Najbardziej znanymi obiektami tego kompleksu są: Zabytkowa Kopalnia Srebra oraz Sztolnia Czarnego Pstrąga. 600-metrowy fragment sztolni (służącej kiedyś do odwadniania kopalni) od 1957 r. zwiedzający mogą przepłynąć łodzią. To najdłuższa w Polsce podziem-

Fot. powyżej: Łukasz Przedpełski i Patrycjusz Piskorski z firmy Geocartis podczas pomiarów zalanego odcinka wyrobiska; fot. obok: skanowanie Komory Zawatowej

na trasa turystyczna pokonywana w ten sposób. Z kolei szlak wytyczony w podziemiach Zabytkowej Kopalni Srebra liczy 2010 m (270-metrowy odcinek jest częściowo zalany) i przebiega 40 m pod ziemią. Turystom został udostępniony w 1976 r. i od tamtej pory kopalnię odwiedziło blisko 2,7 mln osób.

Aby zwiększyć zainteresowanie Zabytkową Kopalnią Srebra, a także w celach dokumentacyjnych, Stowarzyszenie Miłośników Ziemi Tarnogórskiej zleciło inwentaryzację wyrobisk górniczych tego obiektu oraz części powierzchniowych wokół szybów. Inicjatywę wsparły tarnogórski magistrat oraz Narodowy Instytut Dziedzictwa, a prace wykonała firma Geocartis z Poznania posiadająca duże doświadczenie w tego typu pracach. – W swoim dorobku mamy już kilkanaście zeskanowanych kopalni podziemnych – tłumaczy Mariusz Adamczak, właściciel firmy Geocartis. – W sumie jest to prawie 30 km poziomych i pionowych wyrobisk górniczych.

Geocartis na podstawie chmury punktów pozyskanej w Zabytkowej Kopalni Srebra stworzył także krótki film. Kiluminutowa wycieczka podziemnymi tunelami (<https://www.youtube.com/watch?v=Vo2EHCY3u0M>) została zaprezentowana podczas zeszłorocznej sesji Komitetu Światowego Dziedzictwa

w Stambule. Poprzedza ją animacja, która opowiada o początkach górnictwa tarnogórskiego, rewolucji przemysłowej i o powstaniu samej trasy turystycznej.

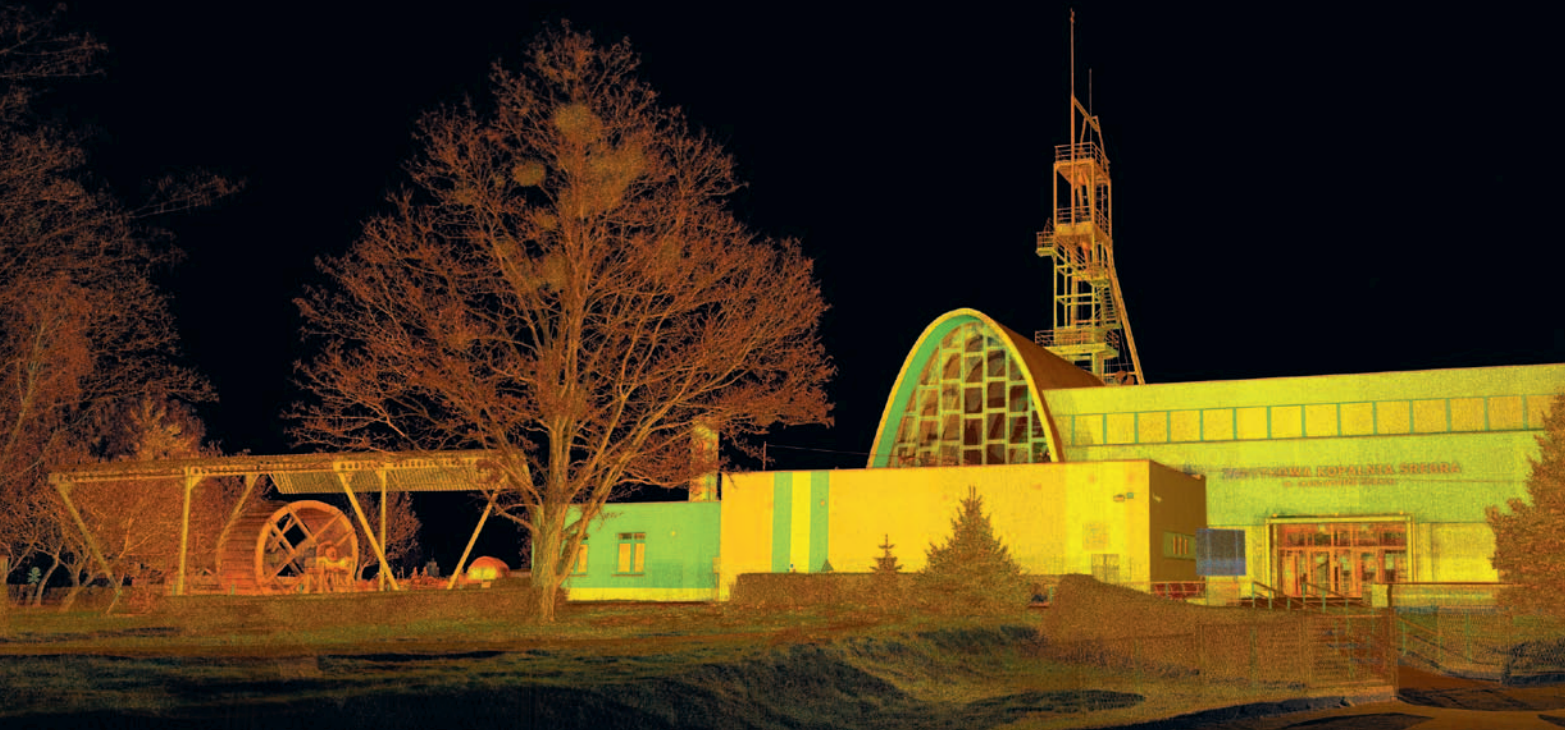
● Pomiary podziemne i powierzchniowe

Zabytkowa Kopalnia Srebra w Tarnowskich Górach była jednym z większych obiektów górniczych, jakie Geocartis inwentaryzował metodą skanowania laserowego 3D. Pracę w terenie podzielono na dwie części. Pierwsza obejmowała pomiar podziemny (zeskanowano 40-metrowe szyby: Anioł i Żmija, trasę pieszą o długości 1760 m, 270-metrowy odcinek wodny, a także komory Srebrną, Zawalową oraz Niską), druga – pomiar powierzchniowy (pozyskano dane wokół szybów Anioł, Żmija i Szczyść Boże). Firma Geocartis wykorzystwała dwa skanery Leica ScanStation C10, skalibrowane z nimi zewnętrzne aparaty fotograficzne Canon EOS 60D oraz akumulátorowe halogeny w celu doświetlenia. Dodatkowo do założenia powierzchniowej osnowy geodezyjnej posłużyły odbiornik GPS oraz tachimetr. – Zamawiający nie wymagał przekazania chmury punktów w układzie współrzędnych geodezyjnych. Aby jednak móc połączyć oddalone od siebie nawet o kilkaset metrów części po-

Na Listę światowego dziedzictwa UNESCO – tworzoną od 1978 r. – wpisywane są zabytki, zespoły, miejsca zabytkowe, pomniki przyrody, formacje geologiczne i fizjograficzne, miejsca lub strefy naturalne o wyjątkowej powszechnej wartości, spełniające kryteria ustanowione przez Komitet Światowego Dziedzictwa. Obecnie znajdują się na niej 1073 miejsca i obiekty, w tym 15 z Polski. W kolejności według roku wpisu są to:

- Stare Miasto w Krakowie – 1978 r.
- Królewskie Kopalnie Soli w Wieliczce i Bochni – 1978 r.
- Auschwitz-Birkenau. Niemiecki nazistowski obóz koncentracyjny i zagłady (1940-1945) – 1979 r.
- Puszcza Białowieska – 1979 r.
- Stare Miasto w Warszawie – 1980 r.
- Stare Miasto w Zamościu – 1992 r.
- Średniowieczny zespół miejski Torunia – 1997 r.
- Zamek krzyżacki w Malborku – 1997 r.
- Kalwaria Zebrzydowska: manierystyczny zespół architektoniczny i krajobrazowy oraz park pielgrzymkowy – 1999 r.
- Kościoły Pokoju w Jaworze i Świdnicy – 2001 r.
- Drewniane kościoły południowej Małopolski. Binarowa, Blizne, Dębno, Haczów, Lipnica Murowana, Sękowa – 2003 r.
- Park Mużakowski – 2004 r.
- Hala Stulecia we Wrocławiu – 2006 r.
- Drewniane cerkwie w polskim i ukraińskim regionie Karpat – 2013 r.
- Kopalnia ołowiu, srebra i cynku wraz z systemem gospodarowania wodami podziemnymi w Tarnowskich Górach – 2017 r.





Fot. powyżej: Szyb Anioł w chmurze punktów; fot. poniżej: jeden z korytarzy Zabytkowej Kopalni Srebra (w centrum), Szyb Anioł (z lewej) oraz Szyb Żmija (z prawej)



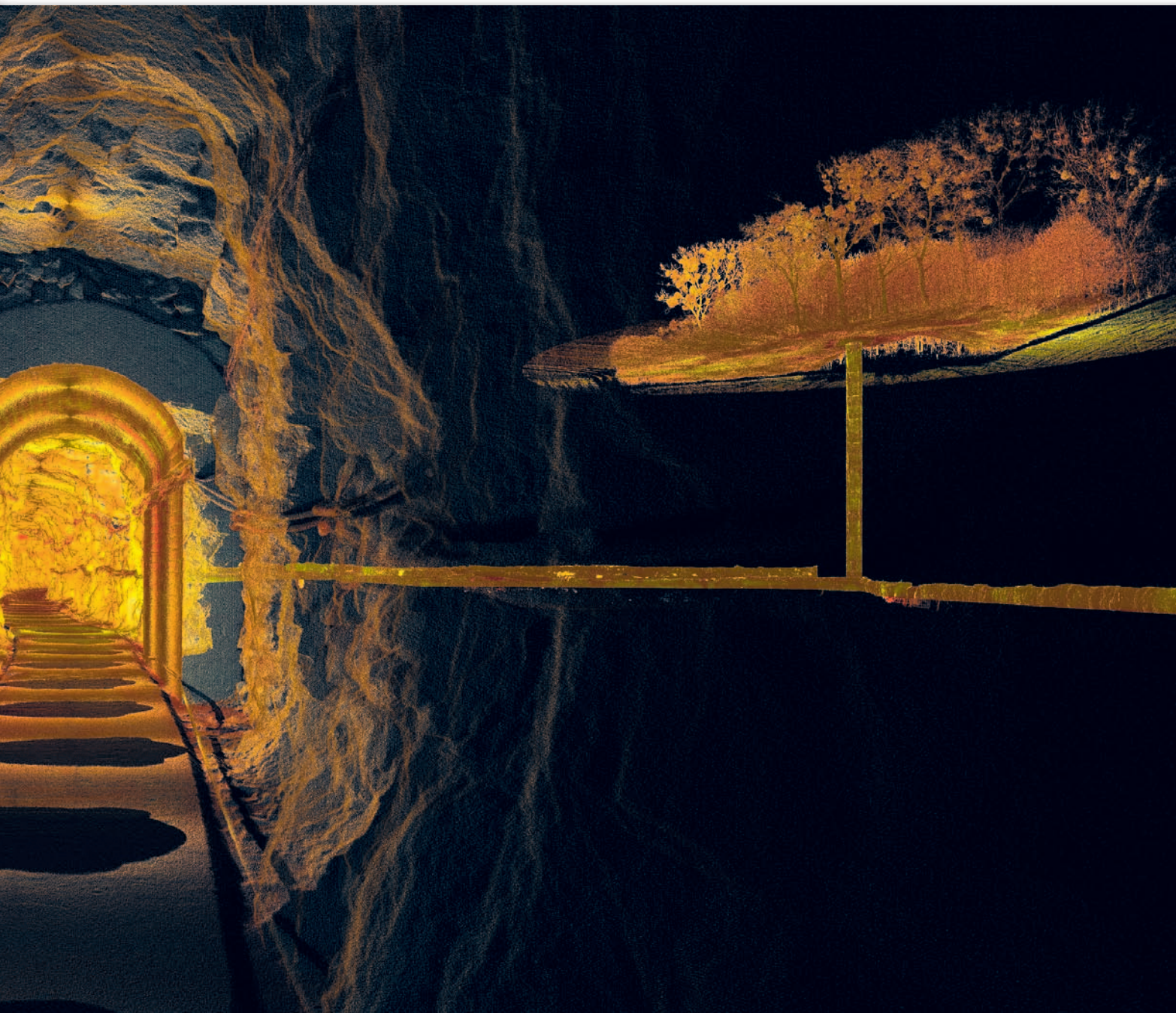
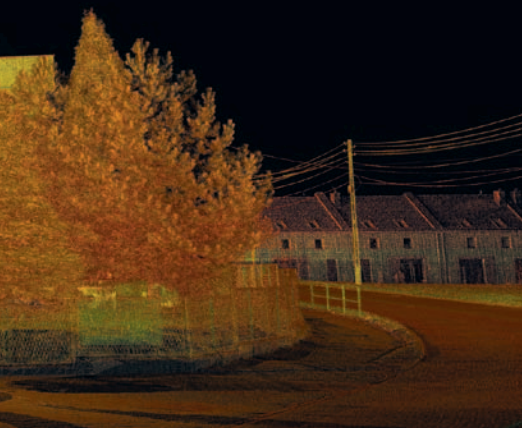
wierzchniowe, postanowiliśmy cały pomiar oprzeć na układzie 2000 – tłumaczy Łukasz Przedpeński, kierownik Działu Skaningu 3D w Geocartis.

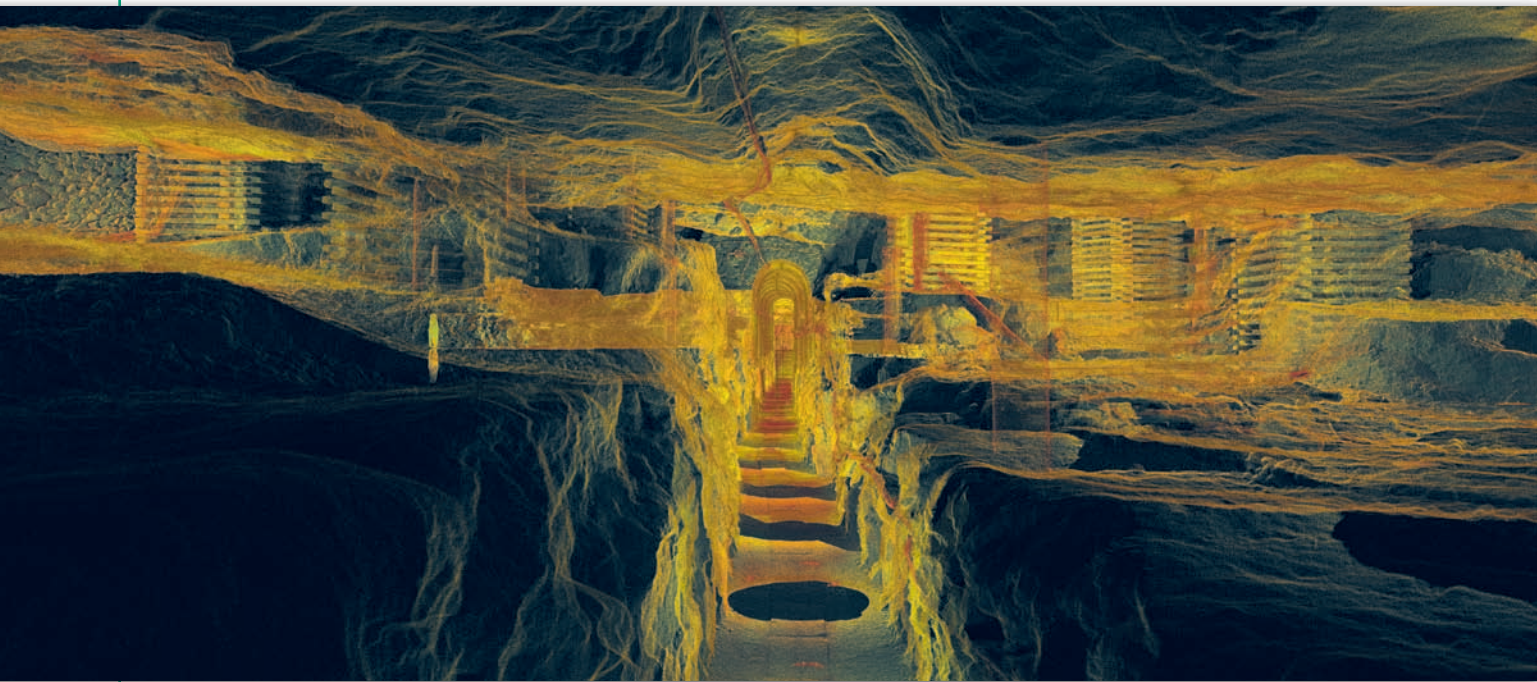
Pomiary z wykorzystaniem dwóch skanerów zajęły ekipie z Poznania 13 dni. W tym czasie pozyskali oni chmurę punktów aż z 2013 stanowisk. 1829 z nich znajdowało pod ziemią (na 66 wykonano również zdjęcia, które posłużyły do pokolorowania fragmentu chmury punktów), a 184 na powierzchni. – Zamawiającemu zależało na przedstawieniu kopalni w zupełnie innej, nierzeczywistej odsłonie, dlatego zdecydował się na barwy umowne w intensywności odbicia. Jednak dla urozmaicenia animacji, pokazania różnicy pomiędzy realnymi kolorami a barwami umownymi postanowiliśmy dodatkowo obfotografować Komorę Srebrną – wyjaśnia Łukasz Przedpeński.

W części podziemnej odległości pomiędzy kolejnymi stanowiskami nie przekra-

zczały 2 m. Ze względu na wąskie przekroje wyrobisk wykonywany był głównie pomiar dający punkt co 2 mm dla odległości 1 m. Ze względu na nakładanie się punktów z sąsiednich miejsc usytuowania skanera końcowa gęstość podziemnej chmury wyniosła poniżej 1 mm. W części powierzchniowej kolejne stanowiska lokalizowano w odległości 10-15 m. Podstawowa rozdzielczość pomiaru w tym przypadku to 1 mm dla odległości 1 m. – Przez wzgląd na nasze doświadczenie zamawiający nie narzucił nam żadnych wytycznych odnośnie do gęstości skanowania – podkreśla kierownik Działu Skaningu. – Pożądanym efektem końcowym było uzyskanie złudzenia przezroczystości wyrobisk oraz obrazu przestrzennego.

Jednym z istotniejszych etapów prac było skanowanie dwóch szybów kopalni, co pozwoliło na późniejsze połączenie części podziemnej i powierzchniowej w jedną chmurę punktów. W szybie Anioł (z za-





Chodniki komorowe Zabytkowej Kopalni Srebra. Odcinek pomiędzy szymbami Anioł i Żmija

montowaną klatką schodową) zarejestrowano około 50 skanów, a w Żmii (o klatce drabinowej) – około 15. Stanowiska skanerów lokalizowano na kolejnych podestach klatek.

• Brudna robota

Jak przyznaje Łukasz Przedpeński, pracy w terenie nie można było nazwać komfortową, na co wpływ miało kilka czynników: wysoka wilgotność panująca w kopalni, wąskie i niskie wyrobiska poza obszarem trasy turystycznej oraz waga skanera z platformą (około 20 kg). – Wszystko to sprawiało, że część pomiarów wykonywaliśmy w błocie, na kolanach lub w pozycji leżącej. Również prawie 300-metrowy odcinek wyrobiska zalany do poziomu około 1 m wodą o temperaturze 4-5°C nie należał do najłatwiejszych. Praca tam wymagała od nas zachowania nadzwyczajnej ostrożności podczas ustawiania kolejnych stanowisk. Byle potknięcie mogło skutkować zalaniem i zniszczeniem skanera. W tych wyrobiskach chmura punktów kończy się równo z taflą wody, gdyż wykorzystane przez nas skanery nie były w stanie wychwycić dna na głębokości 1 metra. Ale nie były to najcięższe warunki, w których przyszło nam wykonywać pomiary – tłumaczy.

Przed dużo większym wyzwaniem pracownicy firmy Geocartis stanęli np. podczas skanowania dawnej kopalni miedzi Lubichów (woj. dolnośląskie) w 2016 r. – Pomiar ponad 13 km wyrobisk, dwóch 200-metrowych szymbów, urządzeń górniczych oraz budynków na powierzchni (łącznie z wieżami szy-

bowymi) zajął nam przeszło 2 miesiące, a opracowanie danych – pół roku. Najgłębsze wyrobiska znajdowały się 275 m pod ziemią. Mniej więcej co 2 tygodnie następowały zmiany w zespołach, bo pracownicy nie dawali rady. Ciągłe zejścia i wyjścia z kopalni wraz z całym sprzętem, a z dnia na dzień odległości do przebycia były coraz większe, mocno dały się nam we znaki – wspomina szef Działu Skaningu.

Wracając do pomiarów w Tarnowskich Górach, Łukasz Przedpeński zaznacza, że pomimo dużego zróżnicowania w strukturze obiektu całość prac terenowych przebiegła w sposób sprawny i bez większych kłopotów.

• Kameralne trudności

Pliki źródłowe pozyskane w Zabytkowej Kopalni Srebra zajmują 214 GB. Opracowanie tych danych (obejmujące import, wyczyszczenie i połączenie skanów, przygotowanie ujęć chmury punktów, rendering, montaż filmu) zajęło firmie Geocartis 40 dni. Powiązanie poszczególnych stanowisk w jedną chmurę punktów wykonano w programie Leica Cyclone metodą „cloud to cloud” (chmura do chmury). Tarczki pomiarowe wykorzystano jedynie na powierzchni w celu wpasowania skanów w układ 2000. Wynikowa chmura liczy około 9,25 mld punktów.

Prace biurowe okazały się całkiem sporym wyzwaniem. Ze względu na wąskie wyrobiska nie udało się uniknąć rejestracji przez skaner turystów (podczas pomiaru ruch turystyczny nie został wstrzymany ani na chwilę) i operatorów instrumentu. – Skutkowało to tym,

że każdy skan z przeszło 2000 stanowisk trzeba było oczyścić z szumów, a termin przekazania wyników był nieprzekraczalny. Film musiał być ukończony na 40. sesję Komitetu Światowego Dziedzictwa UNESCO, która 10 lipca 2016 r. rozpoczynała się w Stambule – opowiada Łukasz Przedpeński. – Kolejnym wyzwaniem okazało się renderowanie filmu z tak dużej chmury punktów. Średnio na każdą 1 sekundę animacji przypadały 3 godziny renderowania. Aby zdążyć na czas, prace prowadzone były praktycznie 24 godziny na dobę, równocześnie na kilku profesjonalnych stacjach roboczych. Zlecenie udało nam się szczęśliwie zakończyć na kilka dni przed wyznaczonym terminem – podkreśla z satysfakcją.

• Skaningowe plany

Jak przyznaje w rozmowie z GEODETĄ Grzegorz Rudnicki ze Stowarzyszenia Miłośników Ziemi Tarnogórskiej, pogórnice podziemia pozostają nadal w znacznej mierze niezbadane, stąd też pomysł na inwentaryzację przynajmniej fragmentu kompleksu. Grzegorz Rudnicki nie wyklucza, że w przyszłości zinventaryzowane zostaną inne obiekty, w tym Sztolnia Czarnego Pstrąga. Na razie jednak Stowarzyszenie – wykorzystując zainteresowanie wzbudzone decyzją UNESCO – chce skupić się na bardziej tradycyjnych metodach promocji kopalnianych zabytków Tarnowskich Gór i dotarcia do jak największej liczby turystów. Na dalsze skanowanie najprawdopodobniej jeszcze przyjdzie czas.

Damian Czekaj

Zdjęcia i skany Łukasz Przedpeński – Geocartis