

*Janusz Chmura**

ZABEZPIECZAJĄCE PRACE GÓRNICZE W OBIEKTACH ARCHEOLOGICZNYCH — ZABEZPIECZENIE JASKINI W OBŁAZOWEJ

1. Wstęp

Ekipy archeologów prowadziły w latach 1985–95 prace eksploracyjne w dolinie Białki, w jaskini Obłazowa. Prace te miały za zadanie dotarcie do jak najstarszych śladów człowieka prehistorycznego. Pierwsze badania pozwoliły na odkrycie niezwykle cennych znalezisk. Odkryto najstarszy na świecie bumerang z kości mamuta (rys. 1) oraz kości ludzkie, amulety z muszli datowane na 30 tys. lat p.n.e. Po kilku latach przerwy w badaniach, rozpoczęto przygotowania do następnego etapu prac archeologicznych, mających na celu dotarcie do skalnego dna jaskini. Jednak stan techniczny jaskini nie pozwala na jej dalszą eksplorację. Obecny stan techniczny jaskini Obłazowej zagraża bezpieczeństwu przebywających w niej ludzi. Dlatego też opracowano projekt zabezpieczenia wyrobiska. Ma on za zadanie stabilizację ociosów i stropu jaskini. Prace zostały tak zaprojektowane i wykonane by nie zaburzyły pierwotnego wystroju wyrobiska, jednocześnie zapewniając pełne bezpieczeństwo osób przebywających w jej wnętrzu.

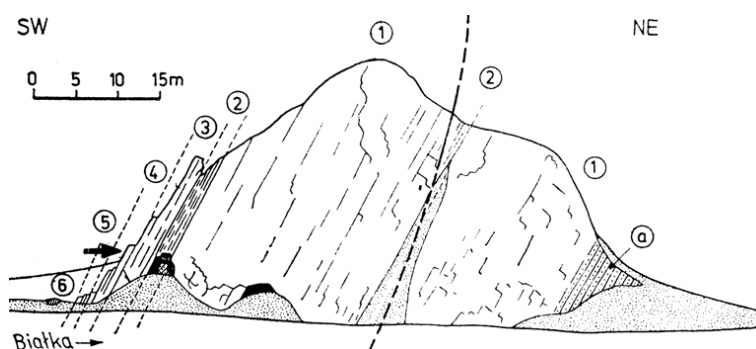


Rys. 1. Bumerang z kości mamuta datowany na ok. 30 tys. lat p.n.e. (fot.: F. Sierka)

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

2. Geneza powstania jaskini i zarys warunków geologicznych w jej otoczeniu

Jaskinia w Oblazowej leży w Pieninach spiskich, w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, w południowo-zachodniej części Oblazowej Skały, w obszarze starorzecza Białki. Obecnie spąg jaskini znajduje się na wysokości około 7 m nad poziomem rzeki. Budującą ją skały należą do formacji wapieni czorsztyńskich i formacji wapieni dursztyńskich. Profil skał wraz z opisem petrograficznym uwidoczniony jest na rysunku 2.



Rys. 2. Budowa geologiczna skałki Oblazowej (wg K. Birkenmajer, Przewodnik po Pienińskim Pasie Skałkowym. Wyd. Geol. Warszawa 1979). Oznaczenia: 1 — wapienie Smolegowej (a — z domieszką ziarn kwarcu); 2 — wapienie z Krupianki; 3 — wapienie czorsztyńskie; 4 — ogniwo wapieni z Korowej; 5 — ogniwo wapieni z Sobótki; 6 — formacja z Pomiedznika (część górna)

Skały otaczające jaskinię zbudowane są z różnego rodzaju wapieni, które z geomechanicznego punktu widzenia mają zróżnicowaną sztywność i wytrzymałość. Różnica ta wywołana jest silnymi spękaniami na skutek ruchów tektonicznych, wietrzenia i wymycia. Prawdopodobnie na skutek tych przyczyn powstała w strefie druzgotu mocno spękanych utworów wapiennych omawiana jaskinia oraz leżące obok niej inne jaskinie (nisze). Głównym czynnikiem formującym jaskinie były klasyczne zjawiska krasowe polegające na rozpuszczaniu kalcytu przez wody opadowe i wymywaniu produktów tego rozpuszczania. Na zjawisko to nakładała się aktywność pra-Białki, której ślad zakola starorzecza można rozpoznać w morfologii poniżej jaskini. Wydaje się, że aktywność rzeki wraz z aktywnością człowieka bardziej sprzyjały zasypywaniu jaskini niż jej powiększaniu. Stąd w poszczególnych osadach zasypiska jaskini oprócz materiału antropogenicznego napotyka się materiał naniesiony przez Białkę. Na pewno w formowaniu jaskini odegrał rolę także człowiek, o czym świadczą dowody jego aktywności w poszczególnych fazach zasiedlenia. Znalezione górnicze kliny służyły prawdopodobnie do wydłubywania potrzebnych łowcom minerałów (miejscowego radiolarytu pienińskiego i czerwonego barwnika — ochry).

Warunki geologiczno-tektoniczne występujące w tym rejonie są bardzo skomplikowane. Niemal pionowy upad warstw, ich rozdzielanie w obrębie poszczególnych ławic, kru-

chość wapieni bulastych w których jaskinia powstała jak też wiele mikrospeków samych wapieni powodują, że górnicze zabezpieczenie jaskini były bardzo skomplikowane. Dodatkowo dużym utrudnieniem było takie prowadzenie górniczych prac zabezpieczających, aby w jak najmniejszym stopniu ingerować w naturalne środowisko, przy zachowaniu warstw zapelniska jaskini.

3. Prace pomiarowo-badawcze

Podstawą wykonania projektu zabezpieczenia jaskini było wykonanie precyzyjnych pomiarów inwentaryzacyjnych wyrobiska. Wykonano je najnowocześniejszym w chwili obecnej na świecie tachimetrem skanującym VX firmy Trimble. VX to w rzeczywistości połączenie elektronicznej klasyki instrumentalnej z nowoczesną, łatwą w obsłudze technologią XXI wieku, tj. skanowaniem laserowym. Główną cechą wykorzystanego do pomiarów tachimetru, która zbliża model VX do grupy skanerów laserowych jest tryb pomiaru. Wyróżnia go znikomy czas oczekiwania na powrót impulsu do układu odbiorczego, co powoduje znaczące przyspieszenie pomiaru. W warunkach optymalnych, tj. przy zachowaniu warunku prostopadłości powierzchni odbijającej oraz jej określonej barwie i teksturze jego możliwości pomiarowe wynoszą do 15 pkt/s. Dodatkowym atutem instrumentu jest zastosowanie układu dalmierczego działającego w zakresie bliskiej podczerwieni, co w praktyce zwiększa zasięg pomiaru bez konieczności zwiększania mocy urządzenia. Pomiar inwentaryzacyjny w jaskini Oblazowej pozwolił na wykonanie precyzyjnej mapy z charakterystycznymi rzutami i przekrojami.

Prace pomiarowe oraz inwentaryzacja wyrobiska pozwoliły na określenie stanu technicznego jaskini i zaproponowanie sposobu jej zabezpieczenia. Jaskinia zbudowana jest z serii płyt wapiennych nachylonych pod kątem około 60° o bardzo dużym ze szczelinowaniu. Rozwartość szczelin dochodzi do 5 cm. We wnętrzu jaskini, w stropie widoczne są dolne krawędzie kolejnych płyt a szczeliny pomiędzy płytami wypełnione są materiałem namulowym. Najpoważniejsze zagrożenie dla stateczności jaskini stwarza wewnętrzna płyta wywieszonego ociosu południowego. Podcięta w partii przyspągowej, grozi odpadnięciem. Szacunkowa kubatura odspojonej płyty wynosi około 5 m³. Woda migrująca szczelinami pomiędzy płytami, wypłukuje pierwotny materiał, powodując naruszenie pierwotnej stateczności. Stwierdzono, więc bardzo poważne zagrożenie dla osób przebywających w jaskini. Charakterystyczny układ warstw widoczny jest na rysunku 3.

4. Zabezpieczenie jaskini Oblazowej

Zakres destrukcji górotworu oraz konieczność zachowania w możliwie niezmienionym stanie pierwotnego wyglądu jaskini wymusił sposób zabezpieczenia wyrobiska. Zaproponowano, więc zabezpieczenia systemem kotwienia spękany i rozwarstwiony górotwór, wraz

z wypełnieniem szczelin, oraz wykonanie osłony stropowej drewnianej w najwyższej części jaskini. W końcowej fazie robót wszystkie końcówki kotwi wklejonych w górotwór zostaną odcięte, a miejsca te zamaskowane.



Rys. 3. Wejście do jaskini Oblazowej (fot.: J. Chmura)

Roboty zabezpieczające w jaskini Oblazowa zostały wykonane w okresie letnim 2008 roku. Podstawą tych robót był projekt techniczny zabezpieczenia wyrobisk, zaopiniowany pozytywnie przez Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody. Zakres tych robót przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności wykonano kotwienie pasa nadstropowego z zewnątrz groty. Założono rząd kotwi o długości 3,0 m w odstępach co 1,2÷1,5 m. (łącznie 7 sztuk kotwi). Otwory kotwiowe o średnicy 32 mm zostały wywiercone pod kątem $\sim 10^\circ$. Kotwy osadzone zostały na specjalnym kleju KL do żerdzi produkcji Minova. Ze względu na ochronę obiektu jako rezerwatu, wychodnie otworów kotwiowych zostały zamaskowane przy użyciu drobin materiału rodzimego o granulacji do 2 mm. Pas kotwienia nadstropowego został osadzony na wysokości od 0,2 do 0,5 m powyżej sklepienia jaskini;
- kolejny etap prac polegał na wykonaniu spięcia płyt wapiennych tworzących ocios południowy jaskini. Kotwienie zostało wykonane od wewnątrz jaskini w kierunku zewnętrznym, a otwory zostały wywiercone po wzniosie, prostopadle do płyty. Ze względu na możliwość wywołania drgań wiertła obwałę płyty, przed rozpoczęciem wiercenia, płyty zostały zabezpieczone stemplami drewnianymi opartymi o ocios północny;
- w części zachodniej od wejścia zostały osadzone kotwie w dwóch rzędach poziomych, po cztery sztuki w rzędzie, oraz dodatkowa kotew w dolnym wschodnim narożu płyty;

- w części wschodniej jaskini ocios południowy zabezpieczony został dwoma kotwiami długości do 3,0 m osadzonymi w otworach kotwionych, wierconych z zewnątrz do wnętrza jaskini (rys. 4);
- ostatnim etapem robót kotwionych była zabudowa kotew o długościach 1,5 m w ociosie północnym w siatce niesymetrycznej, dostosowanej do układu linii spękań. Zabudowano tu 6 sztuk kotew.



Rys. 4. Wnętrze jaskini w czasie prac zabezpieczających (fot.: J. Chmura)

Każdorazowo proces kotwienia polegał na wywierceniu otworu kotwionego i jego czyszczeniu. Następnie do otworu kotwionego wprowadzany był wąż iniekcyjny, którym podawany był klej cementowy KL. Proces ten był tak prowadzony by klej wypełniał cały otwór. Do wypełnionego klejem otworu wprowadzana ręcznie żerdź kotwioną. Po upływie godziny na żerdź zakładano podkładkę i dokręcono nakrętkę. Końcówki kotew usuwane były po 28 dniach od czasu ich montażu, a wszystkie otwory kotwione zostały zamaskowane.

Po zakończeniu kotwienia w ociosie południowym szczeliny wypełnione zostały klejem cementowym KL o własnościach tiksotropowych. Klej do szczeliny podawany był pompą PDK, charakteryzującą się bardzo niskim ciśnieniem pracy.

W drugim etapie prac zabezpieczających wykonano elementy osłony stropowej. Celem zabudowy osłony stropowej było zabezpieczenie ludzi przebywających w jaskini przed drobnym materiałem skalnym wysypującym się ze szczelin pomiędzy płytami. Obudowa osłonowa zabudowana została od strony zachodniej jaskini, na wysokości wejścia do jaskini.

Obudowa osłonowa wykonana została z drewnianych okraglaków o średnicy $\varnothing$ 14-16 cm, osadzonych w gniazdach ociosu północnego i zaklinowanych od strony południowej. Okraglaki zabudowano w jednej skośnej płaszczyźnie, z upadem nieprzekraczającym 150 w kierunku północnym. Na zabudowanych okraglakach wyłożono opinkę z desek o grubości 50 mm. Okraglaki zabudowano średnio co 2,0 m. Zabudowano 5 sztuk stempli o długości do 3,5 m, oraz 0,8 m³ desek.

Ze względu na nietypowość rozwiązań technicznych oraz ograniczenia związane z wykonywaniem robót na terenie rezerwatu przyrody wszystkie prace zabezpieczające realizowane były przez doświadczonych pracowników, mających doświadczenie w realizacjach w zabytkowych obiektach podziemnych, a roboty nadzorowane były przez dozór górniczy.

5. Zakończenie

Zaproponowane i zrealizowane rozwiązania techniczne zabezpieczenia jaskini Oblazowej miały za zadanie powstrzymanie procesów destrukcyjnych skał otaczających, związanych z niekorzystnym oddziaływaniem zdegradowanego górotworu i niekorzystnych warunków atmosferycznych. Zabezpieczenie wyrobiska zostało zrealizowane w sposób niezagrożący środowisku, przy zapewnieniu pełnego bezpieczeństwa osób przebywających w jaskini, bez zmiany wystroju pierwotnego. Prace zabezpieczające pozwolą na prowadzenie w najbliższym czasie na dokończenie prac eksploracyjnych przez ekipy archeologów.