

Mateusz ŻMUDZIŃSKI ¹

PROBLEM BEZPIECZEŃSTWA W ANTYCZNYCH KOPALNIACH

W artykule przedstawiono ważniejsze problemy dotyczące bezpieczeństwa pracy w antycznych kopalniach i sposoby zapobiegania występującym zagrożeniom (stosowanie m.in. obudów górniczych, maszyn odwadniających, systemów wentylacyjnych). Skupiono się na działaniach podejmowanych przez górników greckich, celtyckich i rzymskich.

1. Wstęp

W starożytnych kopalniach, tak jak i dziś występowały te same zagrożenia geologiczno-górnictwa. Wprawdzie przy wydobywaniu nie używano jeszcze ani materiałów wybuchowych, ani też maszyn, których zastosowanie może dziś przyczynić się do powodowania wypadków, ale co ważniejsze, nie istniała również współcześnie stosowana aparatura ostrzegawczo-pomiarowa. Z tych powodów praca antycznych górników była nadzwyczaj niebezpieczna. Przez długie wieki, w różnych starożytnych kulturach kopalnie były miejscem zsyłki do pracy przymusowej więźniów lub kierowanych tam niewolników [6]. Niewiele lepszy był też los niesłychanie ubogich chłopów egipskich doby faraonów, czy pracowników fizycznych, a więc jak uważano „niegodnie zarabiających”, wolnych starożytnych Greków. Ludzie ci, choć teoretycznie wolni, praktycznie nie mieli w swoim życiu wielkich możliwości wyboru. Z tych powodów przedsiębiorcy organizujący wydobywanie złota, rud metali czy kamieni półszlachetnych w znikomym tylko stopniu troszczyli się o wygodę i bezpieczeństwo górników. Uszczerbek na ich zdrowiu lub śmierć niewolnika mogli traktować jako stratę materialną. Poprawa warunków pracy w kopalniach wiązała się nie tyle z ideami filozoficznymi czy religijnymi, ile raczej z chłodną kalkulacją, która musiała mieć miejsce w okresach zmniejszonej podaży niewolników na rynku (np. w okresach długotrwałego pokoju, a przez to braku jeńców) i wynikającym z tego wzrostem ich ceny. Wyrażone zmiany stosunków społecznych, a przy tym jak można oczekiwać w traktowaniu pracowników, wiązały się z masowym odchodzeniem od pracy niewolniczej ku na-

¹ Instytut Historyczny Uniwersytetu Wrocławskiego.

jemnej, co następowało w dobie pryncypatu, a szczególnie w III wieku n.e., w cesarstwie rzymskim. Jednocześnie jednak, obok pracowników kontraktowych, w kopalniach pracowali więźniowie (por.[3]). Ponieważ w odróżnieniu od zakupionych niewolników byli oni darmową siłą roboczą, dlatego też nie przejmowano się warunkami ich egzystencji i pracy, a spotykające ich wypadki można było uważać za elementy kary. Z powyższych względów problem bezpieczeństwa górników, a zarazem kopalni spoczywał w znacznej mierze na barkach samych zainteresowanych, ewentualnie właściciela niewolników, czy nadzorcy więźniów. Inne zupełnie warunki dotyczyły osób zatrudnianych za opłatą, z którymi spisywano szczegółowe kontrakty dotyczące warunków pracy i płacy (por. [5, 9]). W kwestii bezpieczeństwa w takich kontraktach, podobnie jak i w umowach dotyczących dzierżaw złóż, można było wymagać od pracowników stosowania technik eksploatacji zapewniających utrzymanie kopalni w dobrym stanie, umożliwiających bezawaryjne prowadzenie wydobycia. Zobowiązując się do tego górnicy wymagali m.in. zapewnienia im względnie dobrych warunków pracy. Zachowane antyczne kopalnie, a także związane z wydobyciem zabytki ruchome unaczyniają nam warunki pracy dawnych górników, czyhające na nich niebezpieczeństwa oraz sposoby zapobiegania im. Pomijamy przy tym kwestie konfliktów etnicznych i społecznych, sprawy kryminalne oraz ewentualne problemy polityczne. Mamy jednak świadomość, iż mimo braku źródeł na ich temat, tego rodzaju zagrożenia z pewnością też musiały mieć miejsce, jednak na razie rozważania w tej dziedzinie pozostają w sferze luźnych, pozanaukowych spekulacji.

2. Wyrobiska górnicze i ich zabezpieczenie

Zdaniem J. Wielowiejskiego przez całe wieki górnicy greccy unikali głębień dłuższych chodników ze względu na trudności z ich zabezpieczeniem i wentylacją [10]. Z tego powodu, chcąc udostępnić złożę, drążyli szereg pionowych lub pochyłych szybów. Nachylenie takich szybów dochodziło do 60°, a czasami i 80°. W rejonie wydobycia srebra w Laurionie w Attyce (od V w. p.n.e.), jak się szacuje, drążono około 14 szybów na 1 km². Były one jednak bardzo nieregularne, pracujący w nich górnicy zmuszeni byli do pokonywania przewężeń, uderzali o występy skalne, lub pracowali w obszernych, a przez to groźących zawaleniem komorach [10]. Wchodząc zaś do o kilka wieków od nich młodszych rzymskich kopalń, położonych na obszarach dawnej Dacji (II i III w. n.e.), zauważa się zestandaryzowanie kształtu i rozmiarów sztolni [4]. W przypadku, gdy wyrobisko drążono w twardej skale miało ono wyrównany spąg szerokości 65 cm, wysokość 170 cm, ociosy nachylone u góry ku środkowi i zaokrąglony strop szerokości 50 cm. W sytuacjach, gdy wyrobiska zakładano w mniej zwartych skałach, były one niemal dwukrotnie szersze (120 cm). Podobnie jak wymienione wcześniej miały one wysokość 170 cm, jednak różniły się kształtem stropu. W tych – był on płaski, zaś tuż poniżej stropu znajdowały się podłużne gniazda (rowki w ociosach), wykorzystywane do osadzenia obudowy stropnicami, składającej się z belek o grubości około 5 cm i desek. Korytarz był przez to nieznacznie niższy (ok. 165 cm

wysokości) i miał przekrój trapezowy. Jego szerokość przy stropie wynosiła 80 cm. Inny rodzaj wyrobisk drążono w skałach uznawanych za wyraźnie niebezpieczne, grożące zawaleniem. Podobnie jak opisanych powyżej wyrobiska w skałach mniej zwartych, miały one w przekroju kształt trapezu i szerokość spągu 120 cm. Były jednak wyraźnie niższe i miały zabezpieczony obudową nie tylko strop, lecz także i ocios. Tak jak w poprzednim wypadku zabezpieczenia stropu wsuwano do wykutych podłużnych gniazd. Takie wyrobisko miało u góry szerokość 70 cm, czyli było wyraźnie węższe, a przez to w mniejszym stopniu narażone na zawalenie. Obudowa stropu miała grubość około 5 cm, a chroniąca ścianę – około 8 cm. Belki chroniące ociosy sztolni były również wciskane do wykutego w spągu rowka (gniazda), a u góry łączone z elementami zabezpieczającymi strop, tak aby na skutek nacisku skał nie zablokować wnętrza wyrobiska. Zestandaryzowanie wymiarów sztolni pomogło utrzymać warunki uważane za względnie bezpieczne. Łatwiej było też dostarczać elementy obudowy o określonych rozmiarach, czy prowadzić prace konserwacyjne. Poruszanie się w takiej sztolni było ułatwione, nawet w półmroku, gdyż górnik wiedział ile miał miejsca, czy że podnosząc się nie uderzy głową o jakiś występ skalny. Warto tu zauważyć, iż kilka wieków wcześniej pracujący na wylesionych obszarach górnicy greccy, podobnie jak i walczący z warunkami pustynnymi górnicy egipscy, z braku drewna praktycznie nie stosowali obudowy żadnego rodzaju. Grecy znali takie techniki zabezpieczania kopalń, ale kierując do kopalń głównie rzesze niewolników niechętnie decydowali się wydawać środki na drewno do ich wykonania. W odróżnieniu od nich drewno, i to na masową skalę stosowali Celtowie. W ich kopalniach, m.in. w Limuosin w dzisiejszej Francji odkryto znakomicie zachowane obudowy ociosów i stropów sztolni, a także ślady rusztowań przy kilkunastometrowej wysokości przodkach, na których prowadzono wydobycie złota [1]. Galia, w odróżnieniu od Grecji, obfitowała w drewno, a pracujący tam górnicy byli zapewne ludźmi wolnymi, stąd już w III w. p.n.e. tak chętnie stosowano tego rodzaju konstrukcje. Prawdopodobnie to właśnie Celtowie byli jednym z tych ludów, od których Rzymianie nauczyli się technik zabezpieczania kopalń. Zastosowanie jednak obudowy w postaci stempli a także innych drewnianych elementów, jak np. drabin lub schodów mogło zwiększać zagrożenie pożarem. Było to o tyle istotne, iż miejsca pracy i korytarze wyrobiska oświetlano łuczywami i lampkami oliwnymi. Wydaje się jednak, iż wilgoć panująca w większości starożytnych kopalń zazwyczaj dość skutecznie ograniczała występowanie pożarów. Te jednak mogły sporadycznie powstawać w przypadkach kruszenia skał za pomocą ognia, gdy celowo rozpalano duże ogniska. Z tego powodu metoda ta musiała być stosowana jedynie w miejscach nie tylko dobrze przewietrzonych, lecz także oddalonych od drewnianych konstrukcji.

Znacznie niebezpieczniejsze od pracy w sztolniach mogło być prowadzenie robót górniczych w raczej w dużych komorach, które powiększano w miarę potrzeb, przez co trudniej było przewidzieć mogące powstać zagrożenie. Aby w miarę możliwości zabezpieczyć takie pomieszczenia, w trakcie eksploatacji pozostawiano w nich masywne, niewyeksplloatowane filary podpierające sklepienie. Metoda ta była już znana starożytnym Grekom kilka wieków p.n.e. a także m.in. Celtom, a później Rzymianom [1]. Co

ciekawe, ówcześni górnicy, zdając sobie sprawę z powagi sytuacji pozostawiali, jako filary podpierające strop, nawet strefy bogato zmineralizowanych brekcji z widocznymi gołym okiem skupieniami złota czy rud srebra.

3. Komunikacja, odstawa urobku

Zagrożenie bezpieczeństwa górników wynikało też z ich przemieszczania się w kopalni. Górnicy mogli spadać z rusztowań budowanych w miarę eksploatacji żył mineralnych czy w wysokich komorach eksploatacyjnych (por. [4]). Niebezpieczne były też mokre, a przez to śliskie kamienne czy drewniane schody. W rzymskich kopalniach spotykane są kamienne klatki schodowe długości kilkudziesięciu metrów [2], a także wycinane w pniach drzew schody o długości do 10 m [4]. Te, mimo iż ustawiano pod kątem około 60° , to jednak nie były zabezpieczane żadnymi poręczami. Takie schody, a w zasadzie niemal drabiny ustawiano po kilka, jedne powyżej drugich, tak iż zmęczony pracą górnik pokonywał nieraz znaczne wysokości trzymając się jedynie wyższych stopni. Niekiedy obserwuje się, iż dla usprawnienia ruchu budowano równoległe dwa ciągi klatek schodowych, prawdopodobnie oddzielnie dla wynoszących urobek i schodzących w dół [9]. W ten sposób nie tylko zwiększano efektywność pracy, ale i w pewnym stopniu zabezpieczano się przed kolizjami. W panującym w kopalniach półmroku i hałasie były one trudne do uniknięcia. Ponieważ urobek był wstępnie segregowany już pod ziemią, fragmenty skał płonnych pozostawiano na terenie kopalni, podsadzając nimi część wyeksploatowanych wyrobisk. Reszta urobku była wynoszona na powierzchnię w koszach lub workach, do których transportu można było stosować kołowroty. Te montowano w pionowych szybach transportowych. Nie zachowały się ślady świadczące o zabezpieczaniu takich szybów, czy przed wpadaniem do nich ludzi, czy przed spadnięciem kosza załadowanego urobkiem. Stosowano jedynie drewniane obudowy szybów, które miały je chronić przed zawaleniem [9]. Brak jakichkolwiek zabytków i informacji pisanych wydaje się wskazywać, iż nie stosowano też jakichkolwiek specjalnych ochraniaczy ciała, kasków czy odzieży ochronnej. Prawdopodobnie sami górnicy musieli zadbać o to aby ich ubranie było wystarczająco ciepłe, wygodne i trwałe.

4. Wentylacja i odwadnianie

Kolejne zagadnienie, wpływające na bezpieczeństwo pracy, dotyczyło dopływu świeżego powietrza do głębiej położonych miejsc pracy. Powietrze było konieczne do oddychania, a także do podtrzymywania ognia w lampkach i innych źródłach światła. Dodatkowym problemem było występujące niekiedy zagrożenie trującymi gazami. Grecy górnicy byli praktycznie bezradni wobec tego problemu, gdyż machanie mokrymi szmatami za plecami pracujących wydaje się zabiegiem mało skutecznym. W kopalniach celtyckich, a później też i rzymskich zaradzano temu głębiąc specjalne

szyby wentylacyjne [1] oraz przeznaczając niektóre wyrobiska poeksploatacyjne na kanały wentylacyjne. Czasami wymuszano cyrkulację powietrza poprzez rozpalanie ognia na dnie szybu wentylacyjnego, tak aby przez powiązany z nim drugi, następowało zaciąganie do kopalni chłodniejszego, świeżego powietrza. Brak jest informacji na temat stosowania w starożytności jakichkolwiek urządzeń do przewietrzania kopalń. Inne poważne zagrożenia wiązały się z zalewaniem kopalń wodami podziemnymi. Groziło ono ich zniszczeniem i wyłączeniem z eksploatacji, katastrofami górniczymi czy śmiercią górników. Nie umiano przy tym ponownie uruchomić już zalanej kopalni. Z tego powodu przykładano ogromną wagę do zapobiegania takim sytuacjom. Najprostszym i najwcześniej stosowanym sposobem było odwadnianie grawitacyjne. Znali je i niekiedy stosowali Celtowie kilka wieków p.n.e. W tym celu drążyli specjalne, nieraz bardzo wąskie kanały odpływowe [1]. W czasach hellenistycznych w tym celu zaczęto stosować różnorodne maszyny [11]. Na Półwyspie Iberyjskim, w rzymskich kopalniach, odkryto szereg pomp do wyczerpywania gromadzącej się wody [8]. Te umieszczano w głębinach w celu odwadniania szybów. Stosowano też tzw. śrubę Archimedes, która podnosiła wodę do wyżej położonych korytek odprowadzających [10]. W tym celu można też było użyć kołowrotów z czerpakami na linach. Najwydajniejsze wydają się jednak systemy około dwumetrowej średnicy drewnianych kół z czerpakami, które ustawione pionowo podawały wodę z głębi kopalni ku górze, skąd kierowano ją do drewnianych koryt odprowadzających. Taki system odwadniania był dość tani i stosunkowo prosty do wykonania. Napęd kół stanowiła siła ludzkich mięśni. Tego rodzaju zabytki z II i III wieku n.e., mimo upływu czasu świetnie się zachowały w kompleksie rzymskich kopalń złota i rud srebra w Alburnus Maior (dziś Roşia Montană) w Transylwanii. Ze względu na zdecydowaną odmienność klimatu Karpat, w stosunku do klimatu Półwyspu Iberyjskiego, sygnalizowany problem mógł tu być powodem występowania dramatycznych sytuacji, takich jak gwałtowne dopływy podziemne do głębszych części kopalni. Podobne warunki jak w Karpatach panowały w alpejskich kopalniach w Noricum.

5. Inne zagrożenia

Niewiele dziś wiemy o innych zagrożeniach geologicznych występujących w kopalniach starożytności, takich jak np. zawały i, być może, tąpnięcia. Z pewnością sporadycznie zdarzające się wielkie trzęsienia ziemi musiały też dotyczyć niektórych ośrodków wydobywania, zwłaszcza że szereg prowincji rzymskich założono na obszarach aktywnych sejsmicznie (jak dzisiejszy Egipt, Grecja, Rumunia czy obszary Bliskiego Wschodu). W tamtych jednak czasach nie prowadzono dokładnych statystyk, a informacje o ofiarach kataklizmów są dość przypadkowe, stąd tym trudniej określić rozmiary związanych z nimi ewentualnych podziemnych katastrof. Z pewnością jednak takie sytuacje musiały mieć miejsce i życie dziesiątków lub nawet setek górników bywało narażone na ogromne niebezpieczeństwo. Możliwe, iż pamiętając o takich zagrożeniach dbano o pozostawianie dróg ewakuacyjnych. Niestety, przy obecnym stanie za-

chowania antycznych kopalń trudno to dziś jednoznacznie udowodnić. Prócz wielkich katastrof znacznie częściej górnikom groziły zwykłe wypadki przy pracy, jak upadki z wysokości, przygniecenia przez upadające odłamki skał, zranienia ciężkim narzędziem, otarcia skóry czy różnego rodzaju uszkodzenia oczu, co niejednokrotnie mogło prowadzić do kalectwa. Niewiele bezpieczniejsze były kopalnie odkrywkowe, w których dochodziło do osunięć ścian wyrobisk, powodujących zasypywanie pracowników i upadków z wysokości. Zapewne wielu górników chorowało na skutek ciężkiej pracy w ciemnych, zapyłonych, często zimnych i wilgotnych podziemiach i przedwcześnie umierało. Niestety stosowany w starożytności na masową skalę ciałałpalny obrządek pogrzebowy poważnie dziś ogranicza badania antropologiczne nad tymi zagadnieniami (por. [7]).

Z potrzebą zapewnienia bezpieczeństwa górników wiązały się ich próby pozyskania przychylności bóstw, w tym opiekuna lasów Silvanusa oraz Herkulesa – herosa, opiekuna ciężko pracujących i wyzwolenców. W pobliżu kopalń i kamieniołomów umieszczano ołtarzyki lub inskrypcje mające na celu zabezpieczenie udających się pod ziemię (por. [9]). Biorąc pod uwagę uzależnienie starożytnych od straszliwych sił przyrody, a także ówczesną mentalność można uznać, iż dzięki składanym ofiarom, zanoszonym modlitwom lub przeprowadzanym zabiegom magicznym schodząc do podziemi mogli oni czuć się bezpieczniej i dzięki temu skupić się na pracy.

6. Podsumowanie

Podsumowując należy uznać, iż zachowane źródła archeologiczne wyraźnie wskazują na świadome i celowe stosowanie przez starożytnych górników wielu działań, które miały zapewnić bezpieczeństwo tak kopalniom, jak i im samym. Mimo to praca górników należała do szczególnie uciążliwych i niebezpiecznych. Wynikało to w pewnej mierze z niskiej pozycji społecznej zatrudnionych w kopalniach pracowników fizycznych, a wśród nich niewolników i więźniów. Już jednak w starożytności zaczęto stosować drewniane obudowy górnicze, kołowroty do wyciągania urobku oraz, od czasów hellenistycznych, maszyny do odwadniania. Starano się też zapewniać sprawna wentylację. Na terenach gdzie panowały warunki pustynne i brak było drewna (Egipt), lub też masowo zatrudniano niewolników (Grecja) praktycznie nie stosowano obudów. Szczególny rozwój górnictwa, a wraz z nim postęp na polu zapewnienia bezpieczeństwa w kopalniach można łączyć z czasami cesarstwa rzymskiego, gdy na wielką skalę stosowano różnego rodzaju urządzenia, a w kopalniach coraz częściej zatrudniano wolnych pracowników. Spisywano z nimi umowy dotyczące zarówno płacy, jak i bezpieczeństwa pracy oraz zabezpieczania kopalń.

Literatura

- [1] Cauuet B., *L'or des Celtes du Limousin*, Culture & Patrimoine en Limousin, Limousin 2004.
- [2] Cauuet B., *Les mines d'or et d'argent antiques de Dacie: le district d'Alburnus Maior. Rosia Montana, Roumanie*. [w:] *Vingt ans de recherches française dans le monde*. Ministère des Affaires Etrangères, Paris 2004, s. 127–128.
- [3] Chadwick H., *Kościół w epoce wczesnego chrześcijaństwa*. Tłum. A. Wypustek, PIW. Warszawa 2004.
- [4] Dumitru F., *Pagini din istoria mineritului*, Editura Infomin Deva. Deva 2005.
- [5] Mrozek S., *Stosunki społeczne w rzymskich kopalniach złota w Dacji w II wieku naszej ery*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Toruń 1966.
- [6] Schumacher L., *Niewolnictwo antyczne. Dzień powszedni i los niewolnych*. Tłum. B. Mrozewicz, Wydawnictwo Poznańskie. Poznań 2005.
- [7] Simon M., Apostol V., Vleja D., *Monumental funeral circular. Alburnus Maior II*, Muzeul Național de Istorie a României, București 2004.
- [8] Stein R., *Roman Woodem Force Pumps: A Case-Study in Innovation*, JRA 17, 2004, s. 221-250.
- [9] Wolker V., *Mineritul metalifer, extragerea sării și carierele de piatră în Dacia Romană*, Bibliotheca Musei Napocensis XIII. Cluj-Napoca 1996.
- [10] Wielowiejski J., *Górnictwo i metalurgia* [w:] *Kultura materialna starożytnej Grecji. Zarys*, t. 3, pod red. K. Majewskiego, Ossolineum. Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk 1975 s. 119–224.
- [11] Żmudziński M., *Gospodarka w rzymskiej prowincji Dacji Superior*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław 2007.

PROBLEM OF SAFETY IN ANCIENT MINES

Basing on publications of archaeological excavations in ancient mines author tries to show what problems ancient miners could expect and what they did to work safer. Main efforts were done against filling up (building wooden constructions), flooding (drainage, digging of canals, pumping,) and suffocating (ventilation of mines).