

Las Médulas (Hiszpania), dawna kopalnia złota

Krystian Probierz¹

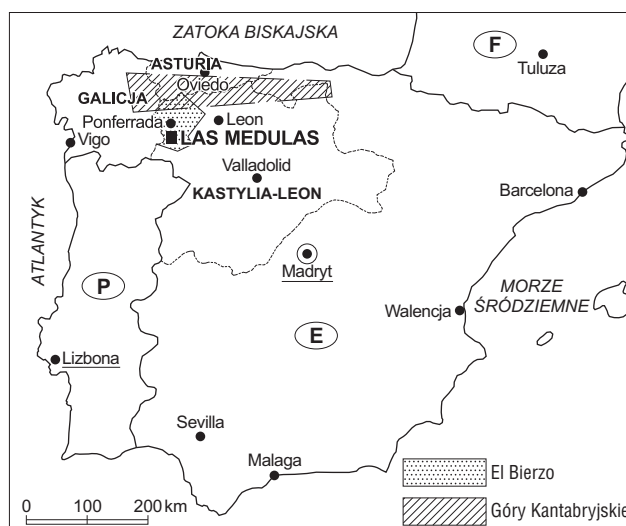
Las Médulas (Spain), a historical gold mine. *Prz. Geol.*, 60: 480–484.

Abstract. In NW Spain, on the border of Galicia, Asturias and Castile and Leon, in the Rio Sil River, the exploitation of gold placer deposits takes place. Gold from alluvium was exploited by the Celts, but the Romans developed large-scale exploitation. The paper describes the attractive landscape, which is a relict of a Roman gold mine. This mine was probably the largest in the Roman Empire. Gold occurs in the Neogene alluvium (~20 Ma years). The deposit is probably a weathering product of gold-bearing quartz veins. Three deposit series have been distinguished. They are composed of conglomerates with intercalations of finer-grained material – sand and clay. The top series, Las Medulas, has the thickness of >100 m, the middle series, Santalla, has the thickness of 0–30 m, and the most gold-bearing (20–100 mg/m³, at the base even 60–300 mg/m³) and intensely red gangue Orellan series found at the base is 0–25 m thick. The basement is represented by Devonian and Silurian limestones, shales and quartzites, Ordovician limestones, dolomites and shales, and Cambrian quartzites with slates at the top. The deposit is cut by numerous faults, which form blocks, and are the cause of variations in the level of the deposit series. The mining technique used by the Romans is also characterized. In the mine, where mining works were carried out on the surface of 1228 ha, about 1626 tons of gold were exploited during the period from ~25 BC to the early third century AD. A technique of ruina montium was used for gold exploitation. It consists of drilling in excavations of poorly compacted rocks – tunnels, adits, shafts (up to a depth of 100 m). Through these excavations, the water falling from above was transferred. Water under pressure has burst and washed out the deposit. Presently, the remains of the Las Medulas deposit series are represented by the characteristic red rocks, which are poorly compacted. They create morphology of the mining landscape, which is inscribed on the UNESCO World Heritage Site list.

Keywords: Roman gold mine, hydraulic mining, alluvial placer deposit, spectacular post-mining landscape, El Bierzo, NW Spain

Bez pomocy Google znalezienie tytułowej nazwy miejscowości na mapie Hiszpanii wcale nie jest zadaniem łatwym. Las Médulas jest wioską znajdującą się w pobliżu Ponferrady na północy tego kraju (ryc. 1). Ponferrada jest z kolei stolicą rejonu El Bierzo, który stanowi północno-zachodnią część wspólnoty autonomicznej Kastylii i León, największej obszarowo w Hiszpanii. Prowincja ta znana jest zarówno ze wspaniałych krajobrazów, jak i z bardzo licznych obiektów zabytkowych – m.in. katedr i kościołów oraz zamków i muzeów, stanowiących dziedzictwo kulturowe Hiszpanii. Prawie połowa takich hiszpańskich obiektów znajduje się w Kastylii i Leónie, a niektóre spośród nich zaliczane są również do światowego dziedzictwa kultury. Las Médulas od 1997 r. także figuruje na liście UNESCO.

El Bierzo, graniczące od zachodu z Galicją, zaś od północy z Asturią, tworzy tektoniczne obniżenie o średniej wysokości 500 m n.p.m., które otoczone jest górami dochodzącymi do wysokości ok. 2000 m n.p.m. Znajdujący się na północy łańcuch Gór Kantabryjskich biegnący równoleżnikowo przez Hiszpanię stanowi także ważną barierę klimatyczną odgraniczającą strefę klimatu morskiego północnej części tego kraju, tzw. zielonej Hiszpanii – *España verde*, od klimatu kontynentalnego hiszpańskiej Mesety. Specyficzny mikroklimat El Bierzo nie pozostaje bez wpływu na tutejsze rolnictwo, a szczególnie na uprawy winnej latorośli i produkcję doskonałych win. Główna rzeka rejonu, Rio Sil (ryc. 2 – patrz str. 508), płynąca następnie przez Galicję i będąca lewym dopływem Rio Miño wpadającej do Atlantyku na granicy Hiszpanii i Portugalii, zwróciła już uwagę Celtów, którzy pozyskiwali z jej aluwii złoto. Dzieło to następnie kontynuowali, i udoskonalili, Rzymianie, dla których obszar Półwyspu Iberyjskiego, a szczególnie jego północno-zachodni fragment, stanowił główną prowincję surowcową i górniczą (m.in. Haywood i in., 1998). Rio Sil, której źródła znajdują się w Górach Kantabryjskich, w okolicy Las Médulas przepływa południkowo w odległości nie większej niż 5 km od dawnej kopalni złota.



Ryc. 1. Lokalizacja Las Médulas

Jeszcze do niedawna El Bierzo słynęło ze swoich kopalń węgla, które były niewielkie względem naszych, lecz wydobywano w nich doskonałej jakości antracyty (Gabzdyl, 1994). W rejonie tym działalność górnicza aktualnie sprwadza się jedynie do eksploatacji łupków dachówkowych – *pizarras*, których Hiszpania jest jednym z największych producentów na świecie.

Przez El Bierzo prowadzi także jeden z najważniejszych szlaków pielgrzymkowych do znajdującego się na zachodzie Galicji miasta Santiago de Compostela, trzeciego co do ważności, po Rzymie i Jerozolimie, miejsca pielgrzymowania chrześcijan. Szlak prowadzący do grobu św. Jakuba Apostoła, uczęszczany już od X w., oznakowany jest charakterystyczną muszlą jakubową – muszlą atlantyckiego małża przegrzebka *Pecten*. Szlak Jakubowy, *Camino de Santiago*, który umieszczono na liście dziedzictwa kultury UNESCO, prowadzi do celu także z Polski. Wspomniana

¹Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice; krystian.probierz@polsl.pl.

już stolica El Bierzo, Ponferrada, jest jednym z ostatnich większych miast na szlaku do Santiago de Compostela.

Wydaje się, że to wprowadzenie charakteryzujące otoczenie dawnej kopalni złota pozwoli lepiej zrozumieć istotę Las Médulas. Refleksja tego, który pierwszy raz przebywał tutaj latem, i może nawet nie zaznajomiony z genezą podziwanego krajobrazu, jest zapewne zbliżona do zachwytu nad pięknym górskiego krajobrazu i czerwonych skał pośród zieleni (ryc. 3 – patrz str. 508).

W zdumienie wprowadza zwiedzających konstatacja, że ten wspaniały krajobraz jest rezultatem zarówno działalności człowieka związanej z wydobywaniem kopaliny, w tym przypadku złota, jak i naturalnych procesów geologicznych. Jest w tym wszystkim coś pozytywnego, bowiem to, co człowiek zdegradował, jako czynnik geologiczny coraz silniej ingerujący w środowisko, przebieg naturalnych procesów geologicznych przywróci i nada temu w rezultacie oglądane piękno. Fakt, że trwało to aż 1,7 tys. lat, a może nieco mniej, bo wcześniej rezultatów tych procesów nie monitorowano, w skali geologicznej nie jest jednakże znaczący.

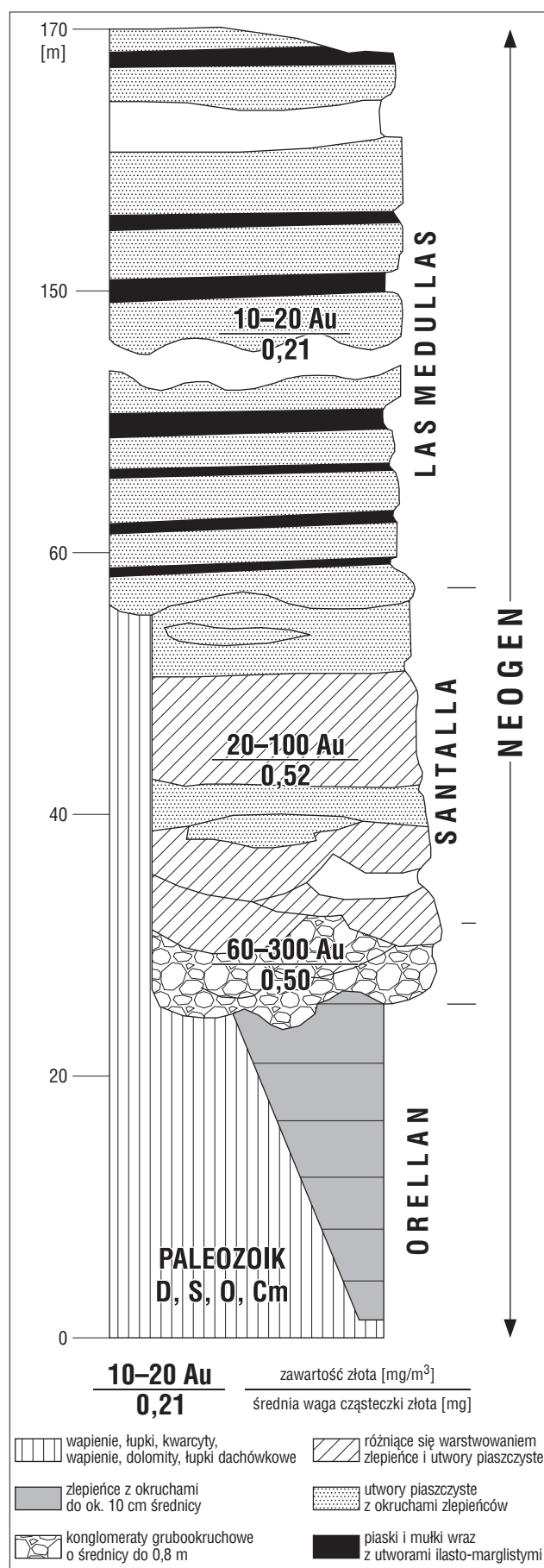
Historia największej na Półwyspie Iberyjskim kopalni złota w Las Médulas, której pisane dzieje datowane są zasadniczo na 25 r. p.n.e., jest zbieżna z dziejami Cesarstwa Rzymskiego. Początek Imperium Rzymskiego przyjmuje się dwa lata wcześniej, gdy w 27 r. p.n.e. Oktawian uzyskał od senatu tytuł Augusta i został pierwszym cesarzem rzymskim (m.in. Haywood i in., 1998).

Znaczący rozwój kopalni nastąpił po zwycięstwie Rzymian w wojnach kantabryjskich (29–19 r. p.n.e.) z plemionami Kantabrow i Asturów, co zakończyło ostatnią fazę ich podboju Hiszpanii. Dzieje górnictwa złota w tym regionie są jednakże znacznie bogatsze, eksploatację złota z aluwów Rio Miño i Rio Sil wraz z jej dopływami Rio Cabrera i Rio Lor prowadzili bowiem już Celtowie, a w epoce brązu pierwotni mieszkańcy Asturii. O tutejszym wydobywaniu złota wspominał także nauczyciel Cyserona, Grek Posidonios z Rodos, w 80 r. p.n.e. (Haywood i in., 1998; Sánchez-Palencia i in., 1999; http://www.goldsuchervereinigung.de/10_Goldsuche-Allgemein/medula-gold.pdf).

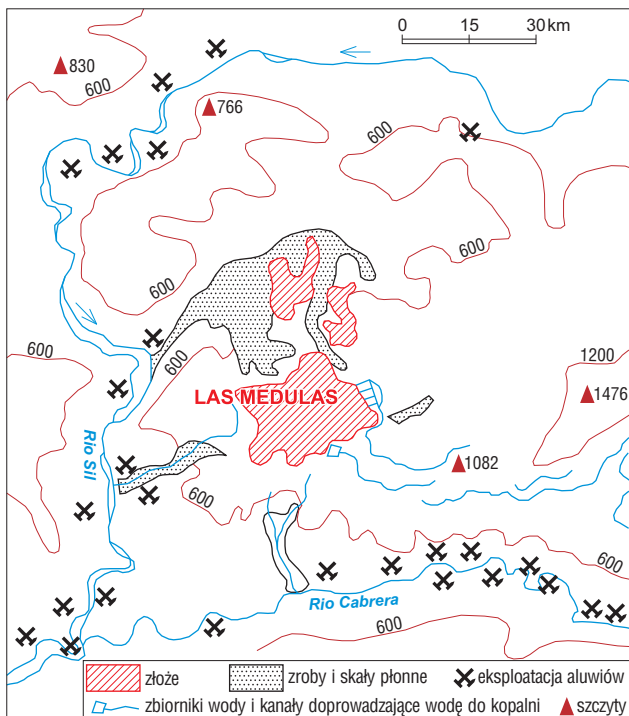
W sąsiedniej Asturii, w dorzeczu Rio Narcea, eksploatacja skarnowego złoża złota, zarówno metodami odkrywkowymi, jak i podziemnymi, prowadzona jest z sukcesem współcześnie (co najmniej do 2006 r., gdy zwiedzałem tę kopalnię).

Eksploatowane w złożu Las Médulas złoto występuje w osadach neogenu (ryc. 4). Stanowią one produkty wietrzenia żył kwarcowych z arsenopirytem tworzących złotonośny pas rozprzestrzeniony od północnej Portugalii po León i Asturię, które przed ok. 20 mln lat zostały zdeponowane jako aluwia – żwiry i piaski ówczesnych rzek. Opisane złożo charakteryzuje się występowaniem okruchowego złota, zaś złożo pierwotne cechowała prawdopodobnie obecność żyłowego kwarcu złotonośnego, któremu towarzyszyły zmienne ilości arsenopiryty (pirytu z domieszką arsenu według Sáncheza-Palencii i in., 1999). W chwili obecnej serie złożowe stanowią charakterystycznej czerwonej barwy słabo związane zlepionce o spoiwie ilasto-marglistym, w których wydzielono trzy serie.

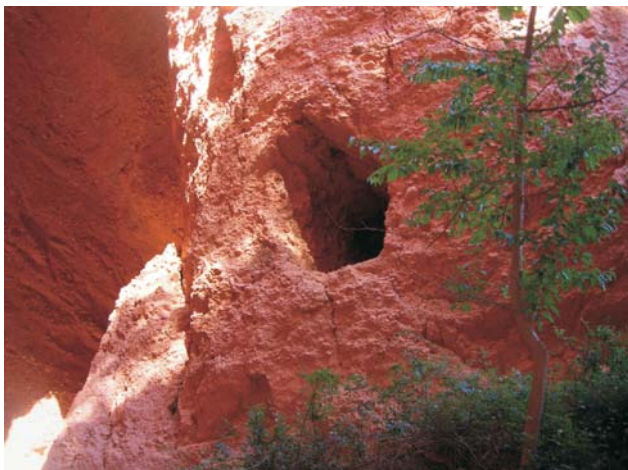
Stropową serię Las Médulas, o złotonośności wynoszącej 10–20 mg/m³ (średnia waga cząsteczki złota 0,21 mg/m³) i grubości ponad 100 m, tworzą ławice konglomeratów przewarstwione utworami o drobniejszym uziarnieniu – piaskami i mułkami. Na kontakcie z serią środkową Santalla epizodycznie obserwuje się przejawy erozji.



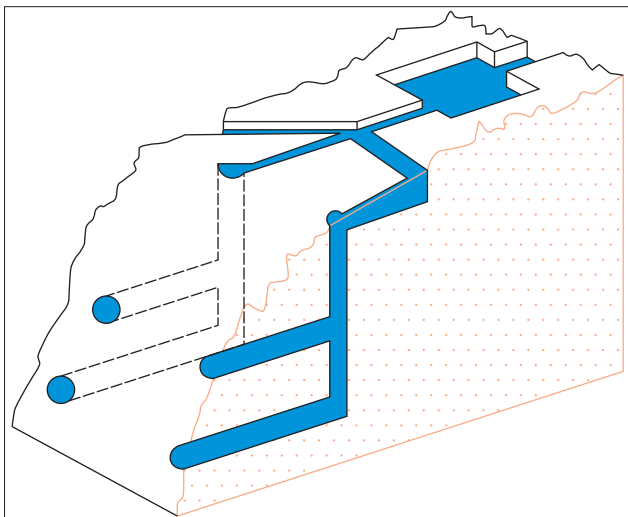
Ryc. 4. Profil litologiczny serii złożowej wg Sáncheza-Palencii i in. (1999), Pérez-García i in. (2000) oraz Martínez Escorzy (2006), uproszczony



Ryc. 5. Szkic rejonu złoża Las Médulas



Ryc. 6. Wylot dawnej sztolni w zlepieniu serii złożowej Las Médulas



Grubość serii środkowej Santalla, pokrywającej skały paleozoiczne lub osady serii spągowej, oscyduje w granicach 0–30 m. Charakteryzuje się ona najwyższą złotonością, wynoszącą 20–100 mg/m³ (średnia waga cząsteczki złota 0,32–0,50 mg/m³), zaś w części spągowej nawet 60–300 mg/m³. Największe okruchy, zazwyczaj w spągowej partii, osiągają rozmiar do 0,8 m. Zawartość złota w seriach jest wprost proporcjonalna do głębokości ich występowania w aluwjach – im głębszy osad rzeczny i większe okruchy, tym złota więcej.

Spągowa seria Orellan o grubości 0–25 m jest płonna i intensywnie czerwona, zaś wielkość okruchów, dochodzących do 10 cm średnicy, może świadczyć także o dużej energii przepływającej wody rzecznej.

Podłoże utworów złożowych stanowią serie paleozoiczne – wapień, łupki i kwarcyty dewonu i syluru, wapień i dolomity oraz łupki ordowiku, a także kwarcyty i łupki dachówkowe kambru, które zostały sfałdowane w orogenezie hercyńskiej.

Złoże jest pocięte licznymi uskokami o nachyleniu 60–70° i orientacji najczęściej północny zachód–południowy wschód, powodującymi utworzenie bloków złożowych oraz wpływającymi na ukształtowanie powierzchni morfologicznej i znaczne deniwelacje serii złożowych (Sánchez-Palencia i in., 1999).

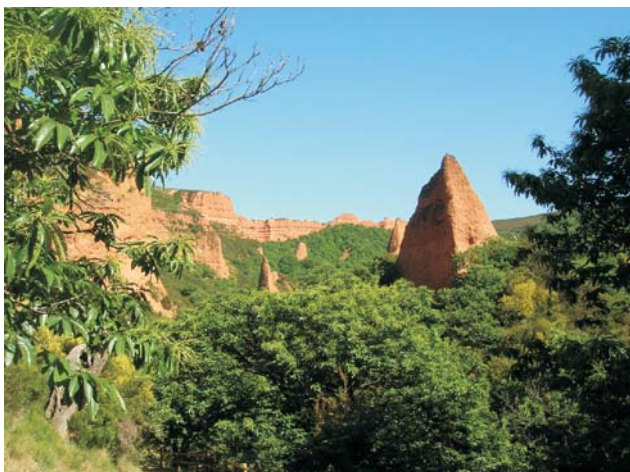
Kopalnia w Las Médulas była prawdopodobnie największym obszarem pozyskiwania złota w Imperium Rzymskim, a na pewno na Półwyspie Iberyjskim, zaś prace górnicze obejmowały obszar 1228 ha (ryc. 5). Eksploatację prowadzono na powierzchni 542 ha, zroby i skałę płonną składowano na 584 ha (Pérez-García in., 2000; <http://www.goldsuchervereinigung.de...>). W procesie produkcji wykorzystywano też do płukania złota wody jeziora Carrucedo o powierzchni 102 ha, do którego doprowadzano specjalnymi kanałami odpływowymi urobek.

Działalność górnicza mogła być prowadzona na wielką skalę jedynie dzięki dysponowaniu odpowiednią techniką eksploatacji. Rzymianie posiadali taką technikę górniczą, nazywaną *ruina montium*, i stosowali ją w Las Médulas. Polegała ona na drążeniu w słabo zwięzłych skałach złoża sieci wyrobisk – tuneli, sztolni, szybków (ryc. 6), czasem o głębokości nawet do 100 m, przez które następnie przepuszczano spadającą wodę. Woda, będąca pod ciśnieniem, rozsadzała i wymywała skały złożowe, podmywała też zbocza eksploatowanych skał.

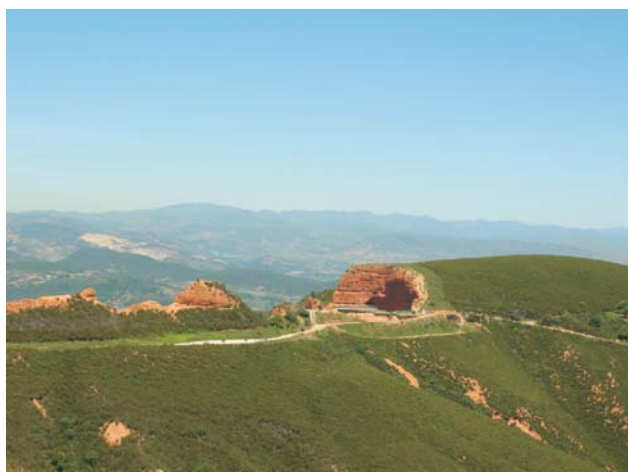
Stosowano zatem innowacyjną technikę hydrourabiania, w której nagle wpływająca do wyrobisk woda zastępowała nieznane wówczas, a stosowane obecnie materiały wybuchowe. Uproszczone schemat robót górniczych i zasadę hydraulicznego urabiania przedstawiono na rycinie 7. Przyjętej technice górniczej sprzyjały duże deniwelacje powierzchni morfologicznej złoża. Pozostałości po stosowanej przez Rzymian technice eksploatacji są dzisiaj niezwykle malownicze i atrakcyjne dla zwiedzających (ryc. 8, 9). Ciekawe, ile złota znajduje się jeszcze w pozostawionych filarach? Pewnie tego już się nie dowiemy, bowiem cały obszar Las Médulas podlega ścisłej ochronie.

←

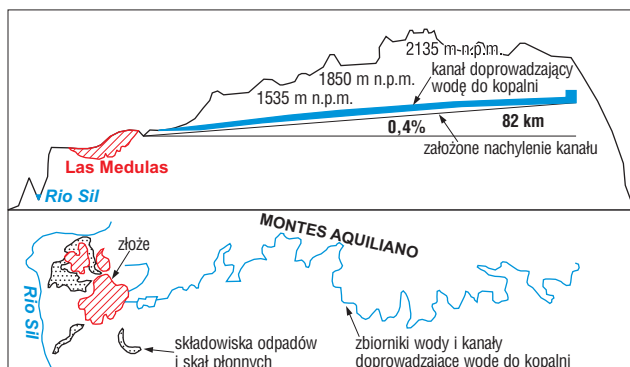
Ryc. 7. Szkic wyrobisk górniczych (poziomych i pionowych) stosowanych do hydraulicznego urabiania skał złożowych. U góry sztuczny powierzchniowy zbiornik wody („basen”), do którego doprowadzano wodę kanałami i drążonymi tunelami, nawet z odległości kilkudziesięciu kilometrów, w tym także przez dział wodny. Wodę ze zbiornika nagle uwalniano, a ta, spadając do wydrążonych przednio sztolni i szybków, niszczyła je (urabiała) wraz z otaczającymi skałami złożowymi



Ryc. 8. Filary w skałach serii Santalla – pozostałości po eksploatacji górniczej złota metodą *ruina montium*. Na dalszym planie skały serii Las Médulas



Ryc. 9. Platforma widokowa Mirador Orellan ułożona na skałach serii Las Médulas oraz pozostałości wyrobisk górniczych



Ryc. 10. Przekrój morfologiczny okolic Las Médulas i szkieł przebiegu kanału dostarczającego wodę do kopalni (na podstawie planszy w muzeum archeologicznym Las Médulas). Widoczne jest jedynie nieznaczne odstępstwo od założonego nachylenia kanału. Przebieg kanału na planie poziomym uzależniony jest od morfologii terenu

W specyficznej technice górniczej stosowanej w Las Médulas, łączącej eksploatację podziemną z odkrywkową, wykorzystywano wodę zarówno do urabiania skał, jak i, w dalszej kolejności, do płukania rozluźnionego urobku. Urobek ten, po usunięciu przez „płuczkarzy” największych okruchów skalnych, był odprowadzany w postaci szlamów do osadników – stawów i jeziora, zaś w osadniku – jeziorze –

oddzielano specjalnymi sitami złoto od szlamu. Złotonośny urobek dostarczano do osadników kanałami odpływowymi, znajdującymi się u podstawy urabianej części złoża. Ich łóżyska były wyłożone kamieniami, gałęziami, łodygami, gałązkami (m.in. wrzosu) oraz krzewami rozmarynu, które miały zatrzymywać ziarenka, grudki, blaszki, łuski złota oraz złoty pył. Rośliny używane do zatrzymywania tego kruszcu po pewnym czasie spalano, a z popiołu odzyskiwano złoto. W czasie ok. 250 lat funkcjonowania kopalni w Las Médulas (od ok. 25 r. p.n.e. do początków III w. n.e.) opisana technika pozwoliła uzyskać znaczące ilości kruszcu. Wydobyto ok. 5 mln funtów rzymskich (funt, czyli libra = 325,14 g), co oznacza ok. 1626 t złota. Roczne wydobywanie złota szacowane jest na 6,5 t, czyli na ok. 20 tys. libra (m.in. Sánchez-Palencia i in., 1999; Pérez-García i in., 2000; Martín Escorza, 2006).

Cesarz Oktawian August dzięki wydobyciu złota na Półwyspie Iberyjskim (skąd pochodziła ponad połowa produkcji cesarstwa), głównie z Las Médulas, wzmocnił znacznie wprowadzonej już wcześniej do obiegu złotej monety *nummus aureus* o masie 7,79 g (Sánchez-Palencia i in., 1999; <http://www.goldsuchervereinigung.de...>). Wraz z wyczerpywaniem się złoża, a w zasadzie z pogarszaniem jego rentowności, mniej wartościowe stawały się też monety rzymskie, i tak za Nerona, w 64 r. n.e., aureus miał wagę tylko 7,27 g, zaś Konstantyn Wielki ok. 310 r. n.e. zlikwidował go, wprowadzając w jego miejsce *solidus* o masie 3,89 g (<http://pl.wikipedia.org/wiki/aureus>).

Technika pozyskiwania złota w Las Médulas wymagała ogromnych ilości wody, którą Rzymianie zgodnie z potrzebami dostarczali. Szacuje się, że do wydobycia złota zużywano rocznie ok. 16 mln m³ wody (190 tys. m³/dobę), którą sprowadzano kanałami o długości dochodzącej nawet do 100 km. Ich łączna długość osiągnęła ok. 400 km, oprócz nich zbudowano akwedukty i zbiorniki na wodę, rodzaj jezior zaporowych. Dostarczano także wodę poprzez dział wodny z dorzecza przepływającej na południu rzeki Duero (Lopez, 1993; Sánchez-Palencia i in., 1999; <http://www.goldsuchervereinigung.de...>).

Kanały dostarczające wodę do Las Médulas, które często były tunelami, drażono w skałach z niezwykłą precyzją, w górach o wysokości przekraczającej 2000 m n.p.m. (ryc. 10). Zdziwiała dokładność drażenia kanałów i nieznaczne jedynie odstępstwo od ich założonego nachylenia. W pracach mierniczych wykorzystywano proste, lecz umożliwiające dużą precyzję pomiarów przyrządy. Do mierzenia długości stosowano *chorobates* o długości 5,92 m. Ten drewniany przyrząd, wyposażony w poziomnicę (zagłębienie na wodę), umożliwiał też prowadzenie niwelacji. Do wytyczania kątów, kierunków i nachylenia używano natomiast prekursora teodolitu – dioptry, która różni się od współczesnego sprzętu jedynie brakiem urządzeń optycznych (lunety) oraz elektronicznych (ryc. 11).

Kopalnię w Las Médulas opisał w swoim dziele „Naturalis historiae” ok. 70 r. n.e. Pliniusz Starszy (ten, który zmarł, prawdopodobnie na zawał serca, podczas akcji ratowniczej związanej z wybuchem Wezuwiusza w 79 r. n.e.). Pliniusz Starszy był doskonale zaznajomiony z problematyką, gdyż za czasów cesarza Wespazjana, w latach 72–74 n.e., pełnił obowiązki zarządcy-prokuratora w hiszpańskiej prowincji Tarraconensis. Opisał technikę górniczą *ruina montium* stosowaną w Las Médulas oraz warunki pracy górników, zaś ich dokonania uznał za „przewyższającą dzieło Gigantów”, natomiast występujące tu wyrobiska górnicze określił mianem *arrugia*.



Ryc. 11. Teodolit z czasów rzymskich – dioptra w zbiorach muzeum w Las Médulas (po lewej dr inż. Andrzej Chmiela z Politechniki Śląskiej)

Górnicy, drążąc podziemne wyrobiska i nie wychodząc na powierzchnię, przebywali niekiedy długie miesiące pod ziemią. Narażeni byli stale na możliwość zawału skał oraz na utratę wzroku, a także na brak powietrza. Ta praca ponad siły człowieka powodowała często śmierć górników również z wycieńczenia. W niektórych okresach pracowało równocześnie nawet 4,4 tys. ludzi. Byli to jednak głównie rzymscy więźniowie i niewolnicy oraz robotnicy z podbitego plemienia Asturów. Szacuje się, że łącznie w okresie działalności kopalni oprócz nich zatrudnionych było ponad 60 tys. wolnych pracowników (Sánchez-Palencia i in., 1999; <http://www.goldsuchervereinigung.de...>).

Zatrudnianie w górnictwie niewolników i więźniów zdarzało się nie tylko w Las Médulas, m.in. po przegranej bitwie z Tatarami pod Legnicą w 1241 r. górnicy ze Złotoryi, Lwówka i Złatych Hor zostali wywiezieni do Altaju. Górników z Olkusza zmuszano podczas szwedzkiego potopu do wykuwania podkopów pod Jasną Górą, zaś w 1945 r. tysiące górników śląskich kopalń wywieziono na Wschód, głównie do Donbasu, skąd powrócili jedynie nieliczni (Probiez, 2001).

Las Médulas wraz ze swoimi pozostałościami po dawnej eksploatacji złota w postaci wyrobisk górniczych, niewyeksplloatowanych resztek złoża – czerwonych filarów, kanałów doprowadzających wodę oraz składowisk skały płonnej, a także obiektów archeologicznych, m.in. siedliska Asturów, Rzymian, urzędzeń, np. dymarki do wytopu metali etc., jest udostępnione dla turystów. Znajduje się tutaj również muzeum, w którym można zapoznać się bliżej z historią obiektów, zaś w plenerze wyznaczono wiele ścieżek tematycznych, o walorach zarówno estetycznych, jak i dydaktycznych (ryc. 12). Liczne informacje zawierające charakterystykę obiektów geoturystycznych zamieszczono oczywiście w Internecie (m.in. www.fundacionlasmedulas.com). Las Médulas stanowi też wspaniały krajobraz kulturowy, nie bez powodu wpisany na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego Ludzkości UNESCO.

Czynna kopalnia w Las Médulas stanowiła przedmiot zainteresowania już w czasach Celtów i cesarstwa Rzymskiego, o czym wspomniano uprzednio, jednakże przez kolejne ponad 1,6 tys. lat słuch o niej jak gdyby zaginął. Ponowne zainteresowanie tereny złotonosne Las Médulas, Rio Sil i prowincji León wzbudziły dopiero w połowie XIX w. oraz na początku XX w. Aktualny zbiór literatury dotyczący Las



Ryc. 12. Na ścieżce geoturystycznej w Las Médulas (po prawej prof. Rafael Barrionuevo Giménez z Wydziału Inżynierii Górniczej Uniwersytetu w Vigo)

Médulas jest bardzo obszerny i powstał w wielu krajach, oczywiście najwięcej artykułów pochodzi z Hiszpanii. Są to opracowania dotyczące geologii obszaru, problematyki archeologicznej (m.in. Sánchez-Palencia i in., 1999; Pérez-García i in., 2000; Martín Escorza, 2006), jak również publikacje w czasopismach popularno-naukowych (Morávek, 2009), a także refleksje współczesnego kopalnia złota zamieszczone na portalu internetowym (<http://www.goldsuchervereinigung.de...>). Dobrze, że wśród publikacji wspominających o fenomenie Las Médulas są także te pisane w języku polskim (m.in. Sylwestrzak, 1997; Sermet & Górecki, 2010). Las Médulas jest także i w moim przekonaniu obiektem geoturystycznym w całym tego słowa znaczeniu, i to tym z najwyższej półki. Świadczyć zaś o tym może m.in. również ta, zakodowana w mojej pamięci, panorama (ryc. 3 – patrz na str. 508).

LITERATURA

- GABZDYŁ W. 1994 – Geologia złóż węgla. Złóża świata. Polska Agencja Ekologiczna, Warszawa: 1–356.
- HAYWOOD J., CATCHPOLE B., HALL S., BARRATT E. 1998 – Atlas dziejów świata. PPWK im. E. Romera, Warszawa.
- LOPEZ D.G. 1993 – Las Médulas. Edileasa, León: 1–60.
- MARTÍN ESCORZA C. 2006 – El oro en Las Médulas: su geología y arqueología. Senderos GeoArqueológicos 2. Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid: 1–32.
- MORÁVEK P. 2009 – Las Médulas zlatá pokladnice římské říše. Vesmír 88: 232.
- PÉREZ-GARCÍA L.C., SÁNCHEZ-PALENCIA F.J., TORRES-RUIZ J. 2000 – Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman mining (NW of Duero and El Bierzo Basins). J. Geochem. Explor., 71: 225–240.
- PROBIERZ K. 2001 – Górnictwo na cenzurowanym. Wyd. Politech. Śl., Gliwice: 1–170.
- SÁNCHEZ-PALENCIA F.-J., FERNÁNDEZ-POSSE M.D., FERNÁNDEZ MANZANO J., OREJAS A. 1999 – La zona arqueológica de Las Médulas (León). Guia Arqueologica. Junta de Castilla y León & Instituto de Estudios Bercianos, Salamanca: 1–147.
- SERMET E., GÓRECKI J. 2010 – Krótka historia europejskiego złota. [W:] Zagożdżon P.P. & Madziarz M. (red.) Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury, cz. 3, Wrocław: 407–414.
- SYLWESTRZAK H. 1997 – Złoto w przyrodzie i dziejach. Wyd. Wiedza i Życie, Warszawa: 1–200.
- <http://www.fundacionlasmedulas.com>.
- http://www.goldsuchervereinigung.de/10_Goldsuche-Allgemein/medula-gold.pdf.
- <http://pl.wikipedia.org/wiki/aureus>.

Praca wpłynęła do redakcji 26.04.2012 r.
Po recenzji akceptowano do druku 19.07.2012 r.

Las Médulas (Hiszpania), dawna kopalnia złota (patrz str. 480)



Ryc. 2. Kanion złotonośnej rzeki Rio Sil, rejon Ribeira Sacra w Galicji, z punktu widokowego Mirador de Cabezoas. Geneza granitowego kanionu jest tektoniczna



Ryc. 3. Las Médulas, widok ogólny dawnej kopalni złota (górna seria złożowa Las Médulas) z punktu widokowego Mirador de Orellan