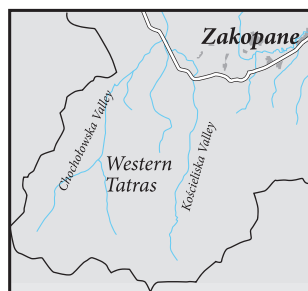


# Rediscovering old mining activities in the Tatra Mountains

## Odkrywane na nowo stare górnictwo w Tatrach

Maciej Pawlikowski, Marta Wróbel

AGH University of Science and Technology, Faculty of Geology, Geophysics  
and Environmental Protection, al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow  
e-mail: mpawlik@agh.edu.pl, marta.wrobel.88@gmail.com



**Abstract:** As part of a student project in cooperation with the Tatra National Park we examined the current state of iron ore, manganese ore and polymetallic ore in a few drifts in the Chocholowska and Kościeliska Valleys. Information about the old mining operations in the Western Tatra do not exist in the minds of tourists. An interesting way to show this history could be preparing and sharing parts of the drifts as geoturistic objects. An alternative solution would be to create a trail of old mining and metallurgy in the Tatras, which could help to increase the knowledge about the geology and mining subject among tourists. A combination of a great mining Tatra history with the attractively designed results of geological survey could be a particularly interesting project.

**Key words:** the Western Tatras, mine drifts, trail, metals

**Treść:** W ramach studenckiego projektu realizowanego we współpracy z Tatrzańskim Parkiem Narodowym zinventaryzowano aktualny stan części sztolni: rud żelaza, manganu oraz rud polimetalicznych w rejonie Doliny Chocholowskiej i Doliny Kościeliskiej oraz przeprowadzono podstawowe badania mineralogiczne próbek w nich pobranych. W związku z tym, że informacje o starym górnictwie w Tatrach praktycznie nie istnieją w świadomości turystów, na pewno ciekawym, aczkolwiek trudnym logistycznie przedsięwzięciem, byłoby przygotowanie i udostępnienie części sztolni jako obiektów geoturystycznych. Alternatywnym rozwiązaniem mogłoby być stworzenie ścieżki dydaktycznej o starym górnictwie i hutnictwie w Tatrach, co mogłoby przyczynić się do zwiększenia zainteresowania tematyką geologiczno-górnictwą wśród turystów. Połączenie wspaniałej historii górnictwa w Tatrach z atrakcyjnie opracowanymi wynikami badań geologicznych będzie, według autorów, wyjątkowo interesującym pod względem dydaktycznym i popularnym przedsięwzięciem.

**Słowa kluczowe:** Tatry Zachodnie, górnictwo, sztolnie, szlak, metale

the secret treasures hidden underneath the mountain peaks. Throughout history, many expeditions seeking valuable materials were organised. Despite varying outcomes, each new generation of brave explorers would dream of the riches that would improve the lives of their families, boost local trade, help in the region's economic development, and perhaps even support the entire country. The notion of treasures hidden in the mountains would also reappear frequently in the many regional legends passed from generation to generation, including the regional "spiski" (secret directions) – unwritten treasure maps, useful only to those able to decipher the secret code. All of this has shaped the romantic background to the story of mining in the Tatra Mountains. And as many of the stories have already been forgotten, only a small number of the visitors trekking down the Tatras' paths today know of the mountains' colourful past.

The tradition of prospecting and mining for metals in the Tatra Mountains dates back almost five hundred years. Throughout that time, mining activities have been stopped and resumed many times. Mining efforts in the region were finally abandoned in the 1950s, when the extraction of the sparse uranium and other ores in the mining shafts of Dolina Białego ended. Through the history of mining in the Tatra Mountains, ores have been found in both the crystalline core forming the High and the Western Tatras, as well as in the sedimentary rocks (Bac-Moszaszwili, Gąsienica Szostak, 1992). The largest "extraction hubs" were located in the valleys of Dolina Chocholowska, Dolina Kościeliska, Dolina Jaworzynki as well as in Dolina Białego. The metal smelters where the ore was processed were in turn located in Stare Kościeliska, Polana Huciska and Kuźnice (Jost, 2004). The development of mining operations has led to substantial road expansion in the region – the so called *drogi hawiarские* (miners' trails) were used to transport the ores from the mines to the smeltes (Górecki, Sermet, 2012). The mining legacy of the region remains visible in many names of peaks, valleys and trails, e.g. *Miedzianka* ('copper peak'), *Polana Huciska* (miners' glade) and *Dolina Starorobociańska* (from the expression "stara robota" denoting an abandoned mining shaft).

## Introduction

Every year hundreds of thousands of tourists visit the Tatra Mountains, attracted by its majestic, regal nature, and the close proximity to wilderness. A region that have always fascinated and inspired the human imagination, the Tatra Mountains are a place which, over the centuries, has frequently lured explorers wishing to gain fame and fortune by finding

## Geological overview

The Tatra Mountains are relatively young orogen (raised around 15 million years ago), and consist of two main parts: the crystalline core (of mostly granitic and granitoid nature, and gneiss and crystalline schist), and the Mesozoic sedimentary succession (carbonate rocks, sandstones, and conglomerates) (Bac-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992).

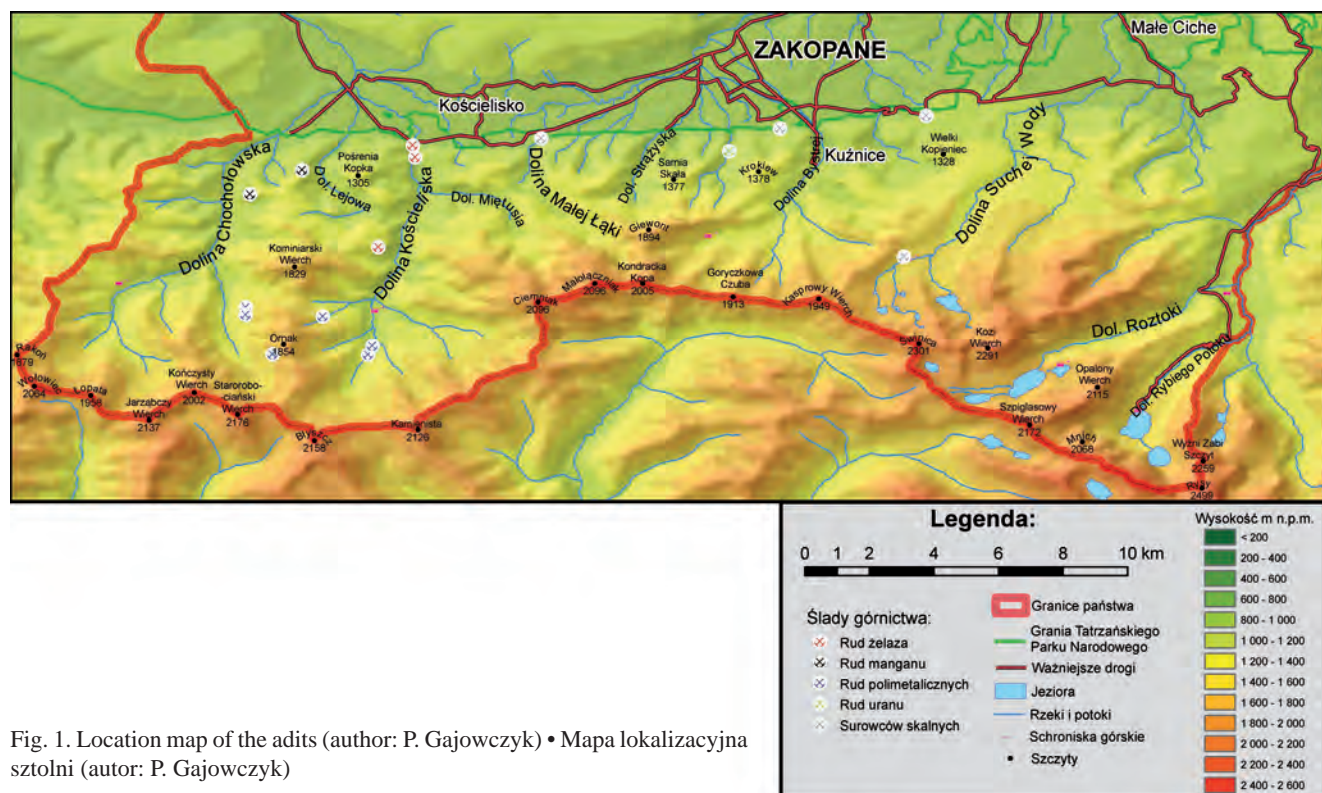


Fig. 1. Location map of the adits (author: P. Gajowczyk) • Mapa lokalizacyjna sztolni (autor: P. Gajowczyk)

The tectonic movements occurring during the Oligocene have given the Tatras their current elevation and shape. These disturbances began to weaken in the later period (Pleistocene and Holocene), but continue even now (Bac-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992). The Tatras' contemporary relief has also been affected by the glacial periods and the presence of mountain glaciers (Bac-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992). According to literature studies (Krajewski, Myszk, 1958), pockets of manganoan calcite are present in the upper parts of the Early Jurassic (Lias) crinoid limestones. However, literature records mentioning the mining of manganese ore are sparse. This is probably due to the fact that manganese ore did not appear in large quantities, and that its extraction was usually associated with mining for iron (manganese was frequently added in iron smelting). The manganese deposits of Dolina Chochołowska and Dolina Lejowa, which will be discussed below, were probably extracted between 1846 and 1880 (Korczyńska-Oszacka, 1978). The existence of iron, copper, and silver was in turn verified mostly in the crystalline core (granites, gneisses, and schists). Those elements appear in the form of small ore veins: siderite, stibnite with small amounts of gold and silver, chalcopyrite, and tetrahedrite (Osika, 1987). Those elements are most likely of hydrothermal origins (Osika, 1987). Mining for iron ore in the area has been terminated by the end of the 19<sup>th</sup> century (Jost, 2004).

## Field studies

The AGH Student Society for Geology has decided to survey and assess the current state of the Tatras' mining drifts and adits, and to prepare a preliminary geological analysis of old mining activities in the Tatra Mountains.

Following this plan, the Society has obtained valid research permits (including the collection of geological samples) allowing it to operate in the Tatra National Park, in accordance with the Directive of the Minister of the Environment, No. DOPpn-4102-504-2675/11/RS.

Field studies began with examining the manganese mining drifts located in the region of Dolina Chochołowska and Dolina Lejowa (Krajewski, Myszk, 1958; Korczyńska-Oszacka, 1978; Jach, 2002).

Eight mining sites have been identified in those areas (Fig. 1), five of which are located in the western slope of the Klin (those were marked with the symbols: HB0, HB1, HB2, HB3, HB5), with the remaining three at the base of Wierch Banie Mtn. (symbols: LB1, LB2, LB3).



Fig. 2. The Huciańskie Banie 0 – the entrance to the adit, phot. A. Ziemiak • Sztolnia Huciańskie Banie 0 – wejście do sztolni, fot. A. Ziemiak



The HB0 (Fig. 2) drift is the only one with a western-facing entrance (the physical characteristics of the entrance are as follows: height – 180 cm, width – 250 cm). The adit is approximately 8 meters long, spacious and shaded (Fig. 3).

The HB1 and HB2 adits are located next to each other. The south-facing HB1 entrance (Fig. 4) is located above a vertical rock face. At present, the entrance (height – 150 cm, width 200 cm) is obstructed by a fallen tree (Fig. 5). The mine includes drift type, leading 18 meters into the mountain. The entrance is well preserved with several supporting beams still present (Fig. 6). The rusty veins found inside suggest the presence of iron oxides. The entrance to HB2 adit has collapsed precluding any exploration.

The HB3 adit (Fig. 7) also has a south-facing, well preserved entrance (height – 90 cm, width 200cm). The adit is 12 meters long and of an inclined type (Fig. 8). A smaller side-tunnel is present in this location, with the remains of timber support still visible. The distinctive red markings on the rock surface indicate iron compounds.



Fig. 5. The Huciańskie Banie 1 adit – view from adit towards the entrance, phot. P. Gajowczyk • Sztolnia Huciańskie Banie 1 – widok ze środka sztolni, fot. P. Gajowczyk



Fig. 3. The Huciańskie Banie 0 adit – mine corridor, phot. A. Ziemiarek • Sztolnia Huciańskie Banie 0 – korytarz sztolni, fot. A. Ziemiarek



Fig. 6. The Huciańskie Banie 1 adit – mine corridor, phot. A. Ziemiarek • Sztolnia Huciańskie Banie 1 – korytarz sztolni, fot. A. Ziemiarek



Fig. 4. The Huciańskie Banie 1 adit – entrance to the adit, phot. P. Gajowczyk • Sztolnia Huciańskie Banie 1 – wejście do sztolni, fot. P. Gajowczyk



Fig. 7. The Huciańskie Banie 3 adit – the entrance to the mine, phot. P. Gajowczyk • Sztolnia Huciańskie Banie 3 – wejście do sztolni, fot. P. Gajowczyk





Fig. 8. The Huciańskie Banie 3 adit – mine corridor, phot. P. Gajowczyk • Sztolnia Huciańskie Banie 3 – wnętrze sztolni fot. P. Gajowczyk

The HB5 adit (Fig. 9) possesses a south-facing entrance covered with lush vegetation and fallen trees. The adit is approximately 10 meters long and ends with a widening funnel-shaped chamber (Fig. 10). The supporting beams are well preserved.

The LB1 (Fig. 11) is a very well preserved inclining drift of approximately 8 meters long. The LB2 and LB3 adits (Fig. 12) are almost completely buried.

In the next stage of the field studies, iron ore adits were located in the region of Dolina Kościeliska (Mały Regiel, Wściekły Żleb, Pośrednia and Zadnia Kopka). Five probable entrances were found, leading to possible old iron ore mining sites.

First is an adit of 250 cm long (entrance height – 80 cm, width – 180 cm), located several meters away from the starting section of a marked tourist trail leading along the valley of Dolina Kościeliska.



Fig. 9. The Huciańskie Banie 5 adit – view from the outside, phot. A. Ziemianek • Sztolnia Huciańskie Banie 5 – widok z zewnątrz, fot. A. Ziemianek



Fig. 11. The Lejowe Banie 1 adit – the entrance to the mine, phot. A. Ziemianek • Sztolnia Lejowe Banie 1 – wejście do sztolni, fot. A. Ziemianek



Fig. 10. The Huciańskie Banie 5 adit – mine corridor, phot. A. Ziemianek • Sztolnia Huciańskie Banie 5 – wnętrze sztolni, fot. A. Ziemianek



Fig. 12. The Lejowe Banie 3 adit – the entrance to the mine, phot. P. Gajowczyk • Sztolnia Lejowe Banie 3 – wejście do sztolni, fot. P. Gajowczyk



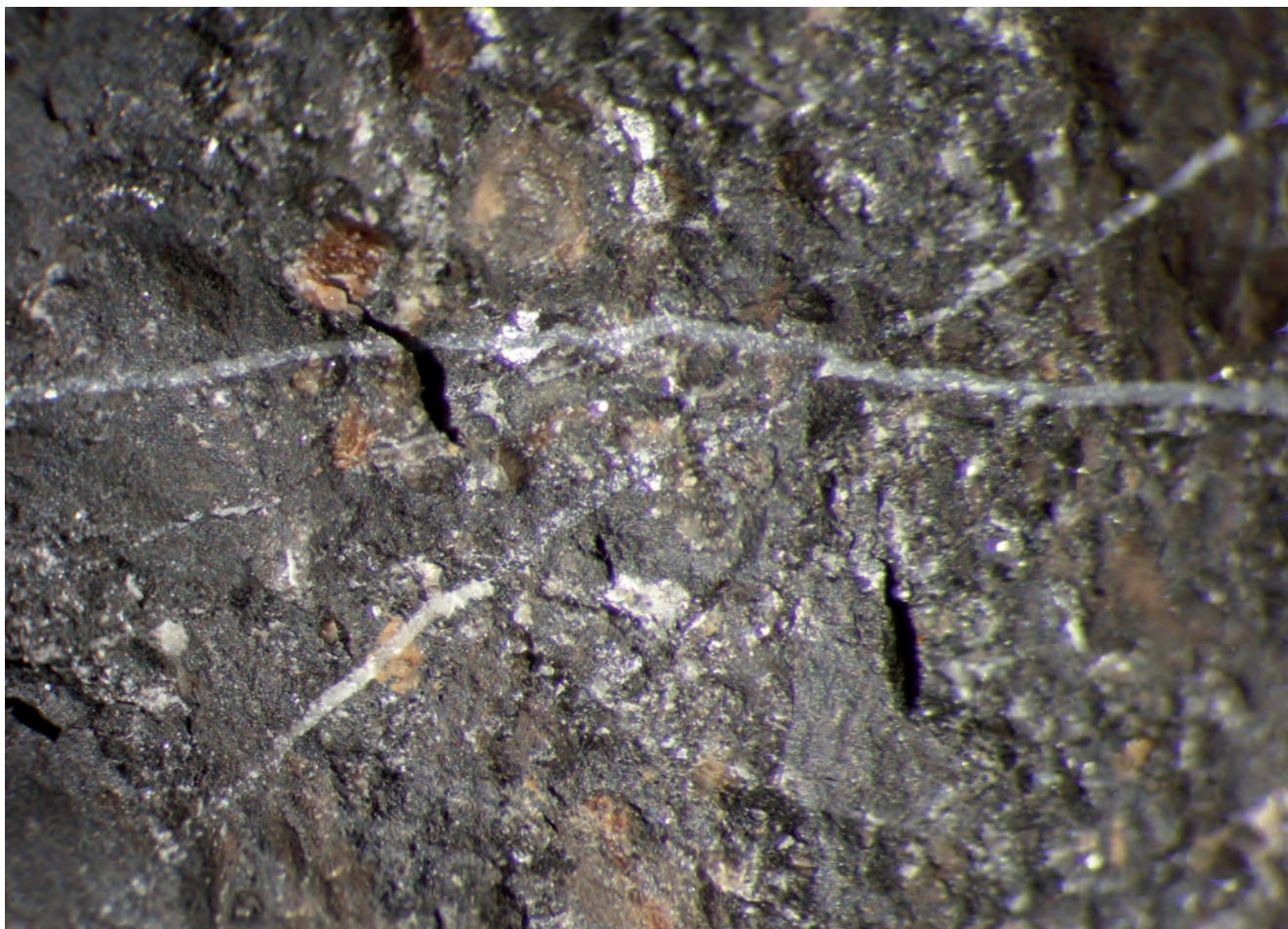


Fig. 13. Microscopic image (digital microscope, magnification 5x) of manganese compounds, and two generations of calcite veinlets, phot. M. Pawlikowski • Obraz mikroskopowy (mikroskop cyfrowy, pow. 5x) związków manganu. Dodatkowo widoczne przecinające próbkę dwie generacje żyłek kalcytowych, fot. M. Pawlikowski

According to the information obtained during conversation with a mountain guide – Mr. Andrzej Kapłon – this is the oldest mining drift in Dolina Kościeliska.

The Second adit is 3 meters long, and is located less than 100 meters above the first one. The entrance was blocked by a nibble of eroded rocks of approximately 50 m<sup>2</sup> in area. This has been removed during the field work, enabling the exploration of the farther section of the adit. The adit has proven to be partially buried as well, and after a preliminary exploration the mine has been declared to be in very bad condition including the roof collapse hazard.

The third adit is located behind a wooden information panel of the Tatra National Park, less than twenty meters from the Dolina Kościeliska tourist trail. The entrance is covered with bushes and fallen branches.

The next one is located on the left (western) shore of the Kirowa Woda stream, on the slope of the Przednia Kopka Mt., right above the water surface. The entrance is 150 cm in height and the adit is approximately 10–12 meters long, cut in limestones. The slight discoloration present in the rock indicates the presence of iron sediments.

Located above is the entrance to the last adit, cut in limestones and several meters long. The single wooden beam

found in this location might be the remains of a roof support construction.

Following this research, polymetallic ore mines of the Ornak and Dolina Pyszyniańska area were surveyed. The first adits were located at the base of the Żleb pod Banie, where the ravine meets the tourist trail leading to the Iwaniacka Przełęcz Pass. Traces of mining entrances were found on both sides of the ravine. The mines in the area of the Żleb pod Banie are in very poor conditions, with the entrances buried or blocked by rubble suggesting the presence of collapsed drifts.

## Study results

The rock samples collected at several visited sites were analysed in the AGH Institute of Mineralogy, Petrography and Geochemistry using the following methods: mineralogical-petrographic analysis using optical and petrographic microscopes; SEM (scanning electron microscope) analysis and EDS (energy-dispersive x-ray spectroscopy) analysis.

The analysis of the samples from the manganese ore adit's have confirmed the existence of rhodochrosite and manganese oxides (manganite, pyrolusite) (Fig. 13), together with hematite (Fig. 14) and goethite.





Fig. 14. Microscopic image (optical microscope, magnification 5x) zones enriched in microcrystalline hematite filling cracks in organodetrital limestones, phot. M. Pawlikowski • Obraz mikroskopowy (mikroskop cyfrowy, pow. 5x) stref wzbogaconych w mikrokrystaliczny hematyt wypełniający spękania w wapieniach organodetrycznych, fot. M. Pawlikowski

The thin sections displayed dispersed microfauna. SEM analysis showed a porous surface of limestone suggesting the possibility of precipitated phases containing manganese and accumulating at the microporous surface (Fig. 15). This has been verified by the EDS analysis.

A similar analysis has been carried out for samples collected in the Ornak Mt. area.

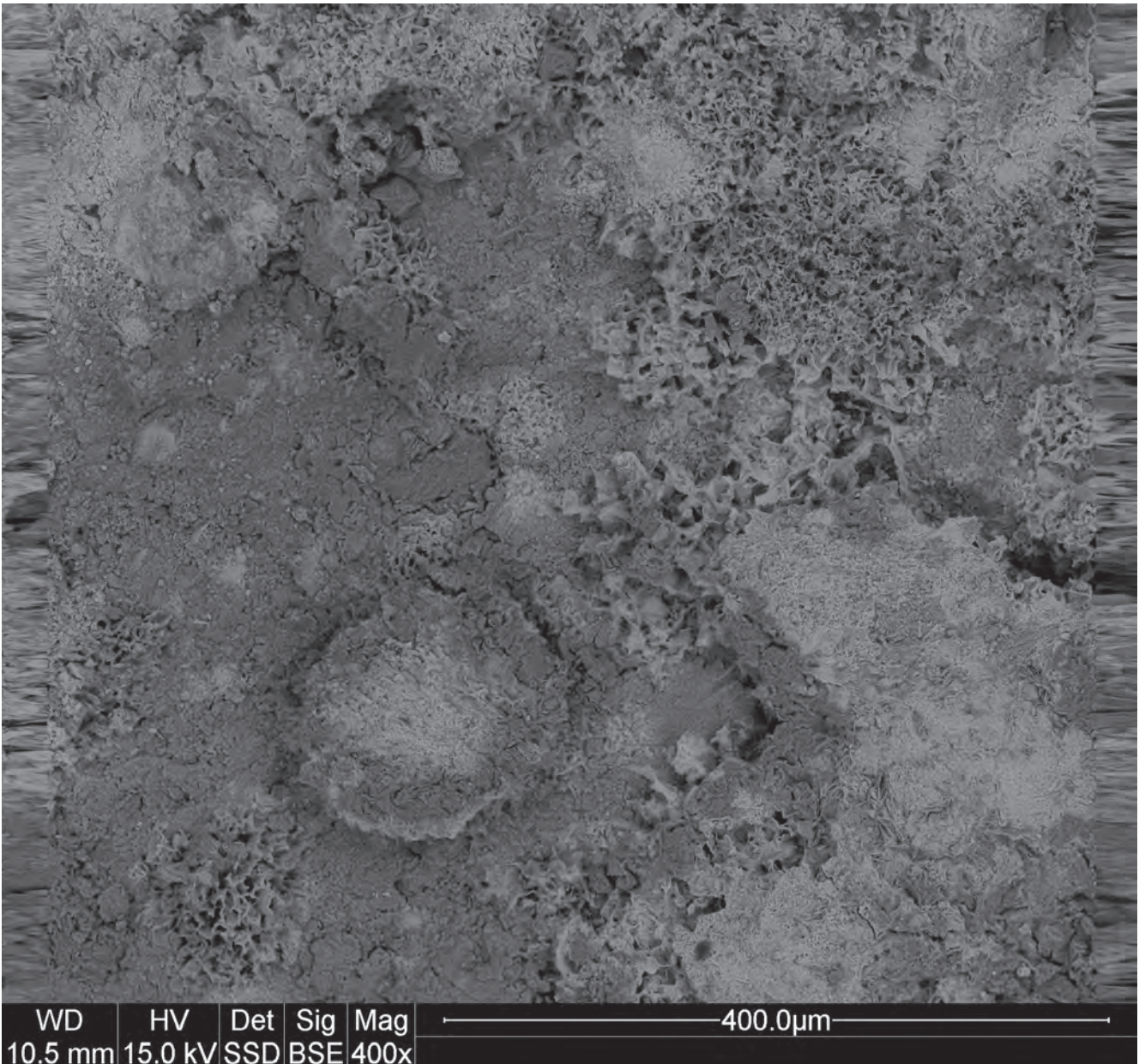


Fig.15. Microscopic image of porous surface of the manganese limestone (scanning electron microscope, magnification 400x), phot. M. Pawlikowski • Mikrofotografia powierzchni wapienia manganowego (mikroskop skaningowy, pow. 400x) fot. M. Pawlikowski

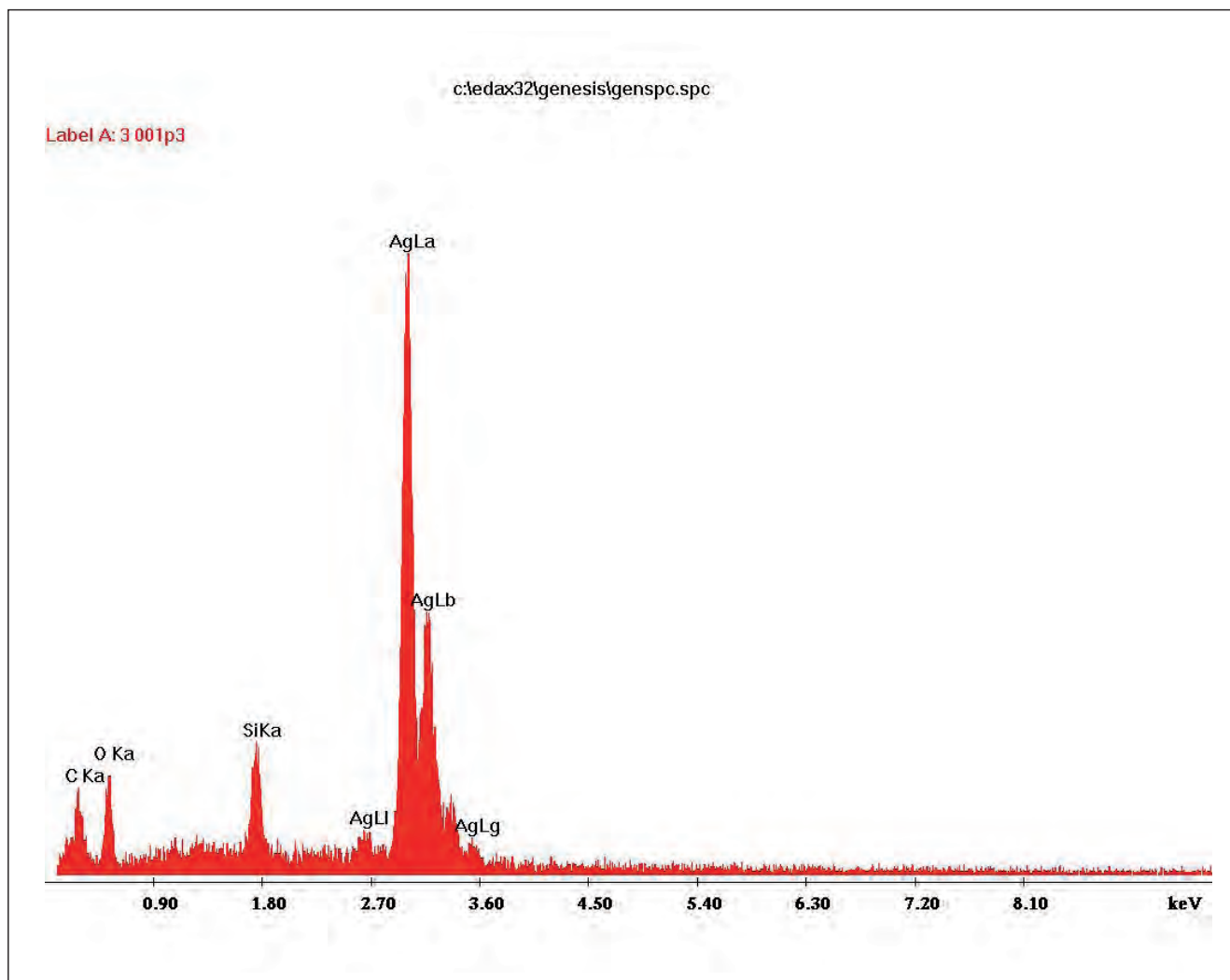


Fig.16. Chemical EDS analysis of sample from polymetallic ores adit, showing silver peak • Analiza chemiczna EDS, z próbki ze sztolni rud polimetalicznych z widocznym pikiem wskazującym obecność srebra

Chemical examination has confirmed the presence of trace amounts of silver in the quartz veins (Fig. 16). In turn, the microscopic imaging of samples collected in the iron ore mines suggests the presence of hematite. This was verified by a later chemical analysis.

## Summary

The surveys so far conducted have enabled the researchers only to partially estimate the state of the Tatra Mountains mining sites. With the new season coming up the surveying works will be to resumed, hopefully leading to the discovery of new mining locations.

Knowledge of the mining and smelting aspects of the Tatra Mountains history is worth promoting among the tourists. Together with the aura of secrecy and mysticism shaped by regional folk legends and stories, it creates a truly magical atmosphere surrounding the Tatra Mountains.

Nonetheless, due to the necessary protection of the Tatra Mountains' natural environment, creating a new tourist trail

leading along the remaining mines (which – in this sense – are dispersed in a rather unfavourable terrain) might not be a good idea. A better solution would be to enable the tourists to visit and enter the best preserved with the qualified mountain guides.

A less expensive alternative would be to place several geotourism information boards along some of the trails, e.g. in Dolina Kościeliska or Dolina Chochołowska. With the help of carefully prepared information boards this would create an educational trail covering the entire story of mining in the Tatras – starting with the early prospecting and mining works in various eras, leading through the history and development of iron smelting, such a trail might include a mixture of images of the preserved mines, interesting facts on geology and mineralogy, as well as mountain legends. This approach would lead to the creation of a new tourist attraction in the area. Perhaps, some of the tourists, after visiting the trails in the Dolina Chochołowska and Dolina Kościeliska would stop to ponder on the mysteries of the long gone explorers and miners carefully ferrying the day's work every evening: iron ore, manganese and copper.



**Streszczenie****Odkrywane na nowo stare górnictwo w Tatrach****Maciej Pawlikowski, Marta Wróbel**

Tatry przyciągają rokrocznie setki tysięcy turystów zwa-  
bionych ich monumentalnością, potęgą i dostojnością oraz  
bliskością natury. Jest to miejsce, które od zawsze fascynowa-  
ło i pobudzało ludzką wyobraźnię. Tatry są miejscem, które na  
przestrzeni wieków wielokrotnie zwabiało śmiałków pragną-  
cych zdobyć sławę jako odkrywcy wielkich skarbów ukry-  
tych pod górskimi szczytami. Stąd też zapewne wzięły się  
ponawiane wielokrotnie na przestrzeni dziejów poszukiwania  
cennych surowców przynoszące raz lepsze, raz gorsze efek-  
ty. Mimo to następne pokolenia odkrywców nie zniechęcały  
się do podejmowania kolejnych prób, marząc o bogactwach,  
które przyczyniłyby się do poprawy życia okolicznych miesz-  
kańców, rozwoju handlu i wzrostu znaczenia gospodarczego  
regionu, a może nawet całego kraju. O bogactwach ukrytych  
w górach nie pozwalały zapomnieć również liczne legendy,  
podania oraz przekazywane z pokolenia na pokolenie tzw.  
„spiski”, które miały wskazywać drogę i sposób dotarcia do  
skarbów, ale tylko tym, którzy potrafiliby je rozszyfrować.  
Ostatecznie ukształtowało to romantyczną otoczkę wokół  
historii wydobywania tatrzańskich kruszców, która została jed-  
nak nieco zapomniana i obecnie raczej niewielu turystów  
przemierzających górskie szlaki jest świadomych górniczej  
przeszłości Tatr.

Poszukiwania i eksploatacja rud metali w Tatrach mają  
prawie pięćsetletnią tradycję. W tym czasie wielokrotnie  
rozpoczynano i porzucano prace wydobywcze. Tak naprawdę  
prace górnicze zostały ostatecznie zakończone dopiero w la-  
tach 50. XX wieku, kiedy to zaniechano wydobywania ubogich  
rud uranowych ze sztolni w Dolinie Białego. W całej historii  
wydobywania rud metali poszukiwano zarówno w skałach trzo-  
nu krystalicznego Tatr Wysokich i Zachodnich, jak i pokry-  
wy osadowej (Bac-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992).  
Największymi „centrami wydobywczymi” były rejon Dolin  
Chochołowskiej i Doliny Kościeliskiej oraz Doliny Jawo-  
rzynki i Doliny Białego. Natomiast ośrodki hutnictwa metali  
znajdowały się w Starych Kościeliskach, na Polanie Huciska  
oraz w Kuźnicach (Jost, 2004).

Rozwój górnictwa przyczynił się do poszerzenia sieci  
dróg, zwanych drogami hawiańskimi, którymi przewożo-  
no urobek z gór do miejsc ich przeróbki (Górecki, Sermet,  
2012). O wpływie górnictwa w opisywanym rejonie mogą  
świadczyc także zachowane nazwy szczytów, dolin czy tras,  
np. Miedzianka, Polana Huciska, Dolina Starorobociańska  
(od dawnego określenia „stara robota” oznaczającego nie-  
czynne wyrobisko lub pozostawione hałdy).

Tatry to młode góry (wypiętrzone ok. 15 mln lat temu),  
składające się z dwóch głównych części: trzonu krystaliczne-  
go (zbudowanego przede wszystkim z granitów i granitoidów  
oraz łupków krystalicznych i gnejsów) oraz mezozoicznej  
osłony osadowej (osady węglanowe, piaskowce i zlepieńce)  
(Bac-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992). W oligocenie

występowały ruchy tektoniczne, w wyniku których doszło do  
wydźwignięcia Tatr. Następnie (w plejstocenie i holocenie)  
ruchy te uległy spowolnieniu, ale nie zanikły całkowicie (Bac-  
-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992). Na aktualny wygląd  
Tatr wpływ miały także zlodowacenia oraz obecność lodow-  
ców górskich (Bac-Moszaszwili, Gąsienica-Szostak, 1992).

Zgodnie z danymi literaturowymi (Krajewski, Myszką,  
1958) pakiety wapieni manganowych znajdują się w górnej  
partii liasowych wapieni krynoidowych osłony osadowej.  
Jednak wzmianki o wydobywaniu rud manganu spotyka się w li-  
teraturze rzadko. Jest to związane z tym, że jego ilości były  
niewielkie i zazwyczaj wydobywanie manganu było powiązane  
z eksploatacją żelaza (mangan traktowano jako dodatek do  
stopów żelaza). Omawiane poniżej złoża manganu z rejonu  
Doliny Chochołowskiej oraz Doliny Lejowej były najpraw-  
dopodobniej eksploatowane w latach 1846–1880 (Korczyń-  
ska-Oszacka, 1978).

Natomiast występowanie rud żelaza oraz miedzi i srebra  
zostało stwierdzone przede wszystkim w skałach trzonu kry-  
stalicznego, w granitach, gnejsach i łupkach krystalicznych.  
Występują one w postaci niewielkich żył kruszcowych: syde-  
rytu, antymonitu z domieszką złota i srebra, chalkopiryty oraz  
tetraedrytu (Osika, 1987). Najprawdopodobniej mają one po-  
chodzenie hydrotermalne (Osika, 1987). Zakończenie eksplo-  
atacji rud żelaza nastąpiło z końcem XIX wieku (Jost, 2004).

Studenckie Koło Geologów AGH (SKNG AGH) podjęło  
się zinventaryzowania obecnego stanu zachowania sztolni  
tatrzańskich oraz wstępnego geologicznego opracowania  
zagadnień związanych ze starym górnictwem w Tatrach.  
W tym celu uzyskano właściwe zezwolenia na realizację  
badań na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego, z pra-  
wem do poboru prób zgodnie z decyzją Ministra Środowiska  
nr DOPpn-4102-504-2675/11/RS.

Prace rozpoczęto od badań sztolni manganowych w re-  
jonie Doliny Chochołowskiej i Doliny Lejowej (Krajewski,  
Myszką, 1958; Korczyńska-Oszacka, 1978; Jach, 2002).

Zidentyfikowano w tych lokalizacjach łącznie osiem sztol-  
ni (Fig. 1), pięć z nich na zachodnim zboczu wzgórza Kliny  
(oznaczono symbolami: HB0, HB1, HB2, HB3, HB5), nato-  
miast trzy pozostałe pod Wierchem Banie (oznaczone sym-  
bolami LB1, LB2, LB3).

Sztolnia HB0 (Fig. 2) ma jako jedyna zachodnią ekspozycję wejścia (wymiary wejścia sztolni: wysokość 180 cm, szerokość 250 cm). Korytarz o długości ok. 8 metrów jest przestronny i zacieniony (Fig. 3).

Sztolnie HB1 i HB2 znajdują się obok siebie. Szyb HB1 o ekspozycji południowej usytuowany jest nad pionową ścianą skalną (Fig. 4). Wejście (wysokość ok. 150 cm, szerokość 200 cm) do sztolni jest obecnie nieco utrudnione przez złamane drzewo (Fig. 5). Sztolnia ma charakter upadowy i ma ok. 18 metrów długości. Wejście do niej jest dobrze zachowane, wewnątrz znajdują się pojedyncze belki podtrzymujące strop (Fig. 6). W korytarzu zauważalne rdzawe żyły wskazujące na obecność utleniających się rud żelaza. Szyb oznaczony jako HB2 jest zasypany co uniemożliwiło jego zbadanie.

Sztolnia HB3 (Fig. 7) ma również ekspozycję południową, wejście jest dobrze zachowane (wysokość ok. 90 cm, szerokość ok. 200 cm). Korytarz o długości ok. 12 metrów ma



charakter upadowy (Fig. 8). Od głównego korytarza odchodzi szyb boczny, widoczne są w nim pozostałości drewnianej obudowy. Charakterystyczne czerwone zabarwienie skał świadczy o obecności w nich związków żelaza.

Sztolnia HB5 (Fig. 9) również ma ekspozycję południową. Wejście do sztolni jest zasłonięte przez bogatą roślinność oraz zwalone drzewa. Korytarz ma długość ok 10 metrów, jest zakończony rozszerzającą się na boki, lejkowatą komorą. Wewnątrz znajdują się dobrze zachowane belki wzmacniające, podtrzymujące strop (Fig. 10).

Sztolnia LB1 (Fig. 11) ma charakter upadowy, jest bardzo dobrze zachowana, jej korytarz ma długość około 8 metrów. Sztolnie LB2 oraz LB3 (Fig. 12) są prawie całkowicie zasypane.

Na kolejnym etapie badań terenowych zlokalizowano sztolnie żelaza w rejonie Doliny Kościeliskiej (Mały Regiel, Wściekły Żleb, Pośrednia i Zadnia Kopka). Odnaleziono pięć potencjalnych szybików, w których prawdopodobnie prowadzono wydobycie rudy żelaza.

Pierwszy z nich o długości ok. 250 cm (wysokość 80 cm, szerokość 180 cm) znajduje się kilka metrów od wejścia na wytyczony szlak turystyczny wiodący przez Dolinę Kościeliską. Według informacji ustnych, przekazanych przez przewodnika tatrzańskiego pana Andrzeja Kapłona, jest to najstarsza sztolnia w Dolinie Kościeliskiej.

Drugi szybik ma długość ok. 3 metrów, znajduje się kilkadziesiąt metrów powyżej poprzedniej sztolni. Przed wejściem usytuowana jest hałda o powierzchni około 50 m<sup>2</sup>. Początkowo otwór zasypany był zwietrzałym materiałem skalnym. W wyniku prac badawczych zwietrzelinę usunięto i odsłonięto dalszą część sztolni. Głębsze partie również są częściowo zasypane. Po wstępnym spenetrowaniu korytarza stwierdzono, że szybik jest w bardzo złym stanie, grożącym zawaleniem.

Szyb trzeci znajduje się za drewnianą tablicą informacyjną TPN, kilkanaście metrów od szlaku turystycznego wzdłuż Doliny Kościeliskiej. Otwór wejściowy zarośnięty jest krzewami i zasypany gałęziami.

Kolejny szyb znajduje się na orograficznie lewym (zachodnim) brzegu Kirowej Wody na zboczu Przedniej Kopki, tuż nad biegiem rzeki. Wysokość otworu wynosi 150 cm. Długość sztolni to ok. 10–12 m. Sztolnia wykuta jest w skale wapiennej. Widać delikatne przebarwienia niektórych lamin skalnych świadczące o obecności domieszek rozproszonego żelaza. Ponad nim położony jest ostatni szybik wykuty w litym wapieniu, o kilkumetrowej głębokości. Znalaziono pojedynczą belkę mogącą stanowić pozostałość po dawnej obudowie górniczej.

Następnie w okolicach Ornaku oraz Doliny Pyszniańskiej zinwentaryzowano sztolnie rud polimetalicznych. Pierwsze sztolnie zostały zlokalizowane u wylotu Żlebu pod Banie, w miejscu, gdzie żleb łączy się ze szlakiem na Iwaniacką Przełęcz. Zarówno w lewym, jak i w prawym stoku żlebu znaleziono pozostałości po zapadniętych sztolniach oraz hałdy. Sztolnie w rejonie Żlebu pod Banie są bardzo słabo zachowane, co objawia się zasypanymi wejściami do sztolni, obecnością hałd oraz lejów, które sugerowałyby obecność zapadniętych szybów.

Próbki skalne pobrane w kilku sztolniach poddano badaniom w Katedrze Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH: analizie mineralogiczno-petrograficznej przy użyciu mikroskopu optycznego i polaryzacyjnego, badaniom przy użyciu mikroskopu skaningowego oraz badaniom chemicznym z użyciem analizatora EDS.

Badania próbek ze sztolni manganowych potwierdziły występowanie zarówno rodochrozytu, jak i tlenków manganu (manganit, piroluzyt) (Fig. 13), którym towarzyszy hematyt (Fig. 14) i goethyt. W wykonanych szlifach mikroskopowych zaobserwowano liczną rozdrobnioną mikrofaunę. Obserwacje z użyciem mikroskopu skaningowego ukazały porowatą powierzchnię wapieni, w mikroporach i nierównościach mogły gromadzić się wytracone związki zawierające mangan (Fig. 15), ich większe nagromadzenia w tych miejscach potwierdziły analizy chemiczne.

Podobne badania wykonano w przypadku próbek ze sztolni w zboczu Ornaku. Badania chemiczne potwierdziły występowanie np. niewielkich domieszek srebra w kwarcowych żyłkach (Fig. 16). Natomiast makroskopowy wygląd próbek pobranych ze sztolni żelaza wskazywał na obecność hematytu, a wykonane badania chemiczne tylko to potwierdziły.

Przeprowadzone do tej pory badania pozwoliły określić aktualny stan jedynie części starych tatrzańskich sztolni. W nowym sezonie planowana jest kontynuacja poszukiwań kolejnych tego typu obiektów.

Warto popularyzować wśród turystów wiedzę o górniczo-hutniczej historii Tatr, która z całą aurą tajemniczości i niezwykłości ludowych legend i podań tworzy niesamowity i wręcz magiczny klimat.

Jednak ze względu na ochronę tatrzańskiej przyrody wyznaczenie nowego szlaku turystycznego umożliwiającego zwiedzanie kolejnych sztolni (raczej niekorzystnie pod tym względem usytuowanych – znaczne rozproszonych i znajdujących się poza szlakami) mogłoby okazać się nietrafionym pomysłem. Ciekawym rozwiązaniem byłaby możliwość zobaczenia najlepiej zachowanych sztolni z przewodnikami tatrzańskim, którzy mogliby oprowadzać niewielkie grupy po wybranych obiektach.

Rozwiązaniem, które okazałoby się zapewne znacznie mniej kosztowne, byłoby ustawienie kilku tablic geoturystycznych wzdłuż szlaku wiodącego np. Doliną Kościeliską lub Doliną Chochołowską. Przy odpowiednio opracowanych tablicach można by stworzyć ścieżkę dydaktyczną przedstawiającą całą górniczą historię Tatr: od poszukiwań i wydobycia rud w różnych epokach, po ich przeróbkę i rozwój prac hutniczych. Dodatkowo można załączyć fotografie obecnego stanu zachowania sztolni, wplatając między zdjęcia zarówno ciekawostki z zakresu geologii oraz mineralogii, jak i góralskie legendy. Rozwiązanie takie doprowadziłoby do powstania nowej atrakcji turystycznej. Może turyści, wędrujący szlakiem wzdłuż Doliny Chochołowskiej czy Doliny Kościeliskiej, po zgłębieniu tematyki wydobycia rud przystaną na chwilę w zadumie i na tatrzańskich stokach dojrzą zapomniane duchy dawnych góralskich górników ściągających prosto z gór urobek dnia: rudę żelaza, manganu lub miedzi.



## References (Literatura)

- Bac-Moszaszwili M., Gąsienica-Szostak M., 1992. *Tatry polskie. Przewodnik geologiczny dla turystów*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Górecki J., Sermet E., 2012. *Hawiarskie szlaki Tatr polskich, Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*. Tom 4. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Jach R., 2002. Ślady dawnego wydobycia rud manganu w Tatrach Zachodnich. *Przegląd Geologiczny*, 50: 1159–1164.
- Jost H., 2004. *Dzieje górnictwa i hutnictwa w Tatrach polskich*. Zakopane.
- Korczyńska-Oszacka B., 1978. Minerale manganu wapieni jurajskich Doliny Chochołowskiej (Tatry, Polska). *Prace Mineralogiczne*, 58: 7–62.
- Kotański Z., 1971. *Przewodnik geologiczny po Tatrach*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Krajewski R., Mysza J., 1958. *Wapień manganowy w Tatrach między Doliną Chochołowską a Lejową*. Instytut Geologiczny Biuletyn, 126: 209–300.
- Osika R., 1987. *Budowa geologiczna Polski*, t. IV *Złoża surowców mineralnych*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.