

Katarzyna D. ZAGOŹDŹON\*  
Paweł P. ZAGOŹDŹON\*

## **DAWNE I WSPÓŁCZESNE PROCESY GEOLOGICZNE W SZTOLNI NR 3 W MARCINKOWIE**

W artykule ukazano zarys budowy geologicznej rejonu Śnieżnika. Na tym tle przedstawiono geologiczną charakterystykę górotworu oraz współcześnie zachodzących procesów geologicznych (krystalizacja gipsu, powstawanie bogatej szaty naciekowej tworzonej przez minerały zawierające głównie Fe), obserwowanych w „sztolni nr 3”, położonej w Marcinkowie (pow. Bystrzyca Kłodzka).

### **1. Wstęp**

Marcinków położony jest ok. 5 km na wschód od Bystrzycy Kłodzkiej. Pod względem morfologicznym obszar ten leży na granicy Masywu Śnieżnika i Krowiarek. Relikty historycznego górnictwa znajdujące się w tej miejscowości od lat wzbudzają zainteresowanie badaczy. Od początku tego stulecia badania w tym rejonie prowadził M. Madziarz w ramach prac statutowych Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej [10]. Niniejszy artykuł jest kontynuacją tych działań, jednak podjęty w nim temat dotyczy geologicznej inwentaryzacji jednego z wyrobisk znajdujących się na terenie tej niemal zupełnie wyludnionej już wsi.

W ramach terenowych badań sztolni, oznaczanej w dawnych opracowaniach numerem 3, dokonano kartowania geologicznego, które objęło wydzielenie podstawowych odmian litologicznych, pomiary orientacji struktur tektonicznych oraz określenie położenia stref różnorodnej mineralizacji. Ponadto pobrano szereg próbek petrograficznych i mineralogicznych, a także wykonano szczegółową dokumentację fotograficzną. Prace kameralne objęły analizę wyników badań rentgenowskich próbek mineralnych, a także wykreślenie mapy geologicznej.

Badana sztolnia okazała się kolejnym na terenie Sudetów średniej wielkości podziemnym obiektem pogórnim, w którym dostępna jest do badań (a potencjalnie również do celów dydaktycznych) szeroka gama różnych struktur i zjawisk, a nawet współcześnie zachodzących procesów geologicznych.

---

\* Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, 50-051 Wrocław, pl. Teatralny 2.



Rys. 1. Lokalizacja rejonu badań

Fig. 1. Localization of area of research

## 2. Historia prac górniczych

Marcinków to mała osada znana już od średniowiecza jako ośrodek działalności górniczej. Najbardziej efektywne prace były tu prowadzone w XVI w., w okresie funkcjonowania sztolni *Św. Anny*, jednak brak jest danych dotyczących wielkości produkcji. Następne wzmianki na temat prac górniczych w tym rejonie pochodzą z 1747 r. Rozpoczęło wtedy swoją działalność gwarectwo *Reicher Segen*. Oprócz kopalni działało tu wtedy również zaplecze do przeróbki rudy: płuczkownia i huta. W tym czasie była eksploatowana żyła srebronośnej rudy ołowiu o miąższości 1 m, która zawierała 0,2–0,8% Ag. Początkowo produkcja wynosiła ok. 700 kg rudy tygodniowo, jednak w dość krótkim czasie złożo zostało wyczerpane. Mimo pomocy finansowej króla Fryderyka II prace wydobywcze zostały wstrzymane w 1753 r. Kolejną, również zakończoną fiaskiem próbę wznowienia prac podjęło gwarectwo *Friedrich*. W roku 1784 ostatecznie zaniechano eksploatacji złoża marcinkowskiego. [7]

W XIX wieku, na terenie byłej kopalni srebra, rozpoczęto prace poszukiwawczo-dokumentacyjne za złożem grafitu. Brak wiarygodnych wiadomości na temat eksploatacji tej kopaliny, prawdopodobnie nie była ona prowadzona lub miała marginalne

znaczenie [12]. Koncentracje rudne Marcinkowa ponownie stały się przedmiotem zainteresowania w połowie XX wieku. W latach 1949/50 oraz 1962–1965 prowadzono tu poszukiwania pierwiastków promieniotwórczych [3]. W ramach tych prac Zakłady Przemysłowe R-1 z Kowar odnowiły stare wyrobiska (oznaczone wówczas jako sztolnie 1, 2, 3 i 4), wybito też nową sztolnię – nr 5 [10]. Łącznie zgłębiono wówczas 1451m wyrobisk [2]. Niski udział procentowy uranu w złożu (0,001–0,039%) uniemożliwił jednak jego eksploatację, ze względu na jego nierentowność [10].

Obecnie o dawnej działalności wydobywczej świadczą jedynie liczne pozostałości pogórnice: hałdy, szybiki i sztolnie, które stopniowo ulegają coraz dalszej degradacji.

### 3. Zarys budowy geologicznej

Obszar objęty badaniami, pod względem geologicznym, należy do jednostki określonej jako metamorfik Śnieżnika, obejmującej swym zasięgiem Masyw Śnieżnika, Góry Bialskie, Góry Złote i Krowiarki. Jej budowa geologiczna jest skomplikowana, a ewolucja nie do końca wyjaśniona. Dotychczasowe badania pozwoliły na wydzielenie w obrębie jednostki metamorfiku Śnieżnika dwóch serii skalnych: suprakrustalnej i infrakrustalnej. Pierwsza z nich składa się z monotonnej grupy Młynowca i pstrej grupy strońskiej, natomiast drugą stanowi zespół gnejsów gieraltowskich i śnieżnickich. Za najstarszy zespół skalny uważana jest seria strońska. W jej skład wchodzi łupki łuszczycowe, kwarcyty, łupki kwarcytowe-grafitowe, marmury, amfibolity i różnego rodzaju paragnejsy. Protolitem tej grupy skalnej były piaski, wapienie, muły, ropy, miejscami wzbogacone w substancję organiczną osadzające się w zbiorniku morskim na przełomie proterozoiku i kambry oraz tufy i lawy bazaltoidowe, pochodzące z podmorskich erupcji wulkanicznych. Zdaniem Dona i in. [6] na skutek fałdowań kaledońskich wspomniana seria skał osadowych została zmetamorfizowana w warunkach facji zieleńcowej i przekształcona w zespół składający się z fyllitów, zieleńców, wapieni krystalicznych, łupków łuszczycowych i łupków kwarcytowo-grafitowych. Proces fałdowania został zakończony intruzją magmy granitowej, która przecięła skośnie niektóre fragmenty serii strońskiej. Powtórna metamorfoza miała miejsce w dolnym dewonie [1, 4, 6]. Nastąpiła ona w warunkach facji amfibolitowej w temperaturze 560–620°C i ciśnieniu 7–8 kbar [11]. Na skutek tych przemian wspomniane granity śnieżnickie przekształciły się w oczkowe gnejsy śnieżnickie, fyllity – w łupki łuszczycowe, a z zieleńce – w amfibolity. W części korzeniowej górotworu doszło do procesów ultrametamorfizmu, które doprowadziły do powstania elkogitów i granulitów. Część skał serii strońskiej i gnejsów śnieżnickich uległa wtedy przeobrażeniu w migmatyczne gnejsy gieraltowskie [6]. Na skutek silnych fałdowań doszło jednocześnie do plastycznego ściśnięcia serii skalnych do postaci fałdów izoklinalnych o osiach o południkowym biegu. Po okresie dynamicznego rozwoju budowy geologicznej nastąpił okres spokoju

tektonicznego. Dopiero na przełomie dewonu i karbonu nastąpiło bardzo szybkie niszczenie erozyjne masywu i dość gwałtowna sedymentacja [1, 4, 5].

Waryscyjskie ruchy górotwórcze zaznaczyły się powstaniem licznych uskoków o zasięgu regionalnym. Jednym z nich jest strefa tektoniczna Kletna, stanowiąca system równoległych dyslokacji o biegu NNW–SSE. Wzdłuż nich doszło do nasunięcia zespołu gnejsowego na łupki łuszczkowe serii strońskiej ku SW. Ruchy te doprowadziły do powstania zespołów brekcji, kataklazytów a także mylonitów. Strefa Kletna przebiega od Starego Mesta w Czechach przez okolice Bolesławowa, Kletna, Janowej Góry, Marcinkowa do Waliszowa. Ze strefą tą związane są m.in. złoża magnetytu w Janowej Górze i złoża magnetytowo-polimetaliczno-fluorytowe w Kletnie. Najbardziej na północ wysunięte jest złożo marcinkowskie, wykształcone w postaci żył rudnych okruszczowanych galeną srebronośną, obok której występują wtrącenia pirytu, chalkopirytu, sfalerytu, a także minerałów uranu [2, 8]. Złoża te powstały na skutek działalności roztworów hydrotermalnych [3, 9].

Przez prawie cały erę mezozoiczną zachodziła sedymentacja w warunkach lądowych. W górnej kredzie, ok. 89 mln lat temu, na linii Międzyzlesie–Idzików–Waliszów doszło do pogłębienia się wąskiej strefy wpływów morskich i powstania miąższych (600 m) osadów ilastych. Na skutek pionowych ruchów tektonicznych pod koniec koniaku doszło do wypiętrzenia Masywu Śnieżnika. Późniejsze, kredowo-trzeciorzędowe ruchy górotwórcze uformowały kolejne powierzchnie zrównań. Lokalnie, w okolicach Lutyni, zaznaczyła się tutaj także kenozoiczna aktywność wulkanizmu bazaltoidowego [5].

## 4. Wyniki badań terenowych

W roku 2008 dokonano wstępnego zwiadu terenowego na obszarze Marcinkowa, a następnie przeprowadzono szczegółowe badania geologiczne w jednej z dostępnych sztolni – sztolni nr 3 (por. [10]). Pobrane próbki poddano wstępnym badaniom mineralogicznym przeprowadzonym za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego Siemens D5005 (Pracownia Rentgenostrukturalna Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego) z interpretacją wyników za pomocą programu Siemens DIFFRAC-plus.

### 4.1. Opis obiektu

Wyrobiska sztolni nr 3 powstały w wyniku prowadzenia poszukiwań rud uranu w połowie XX w. Jak się jednak okazuje udostępniły one również odcinki chodników znacznie starszych.

Wlot badanej sztolni znajduje się na północnym stoku górującego nad Marcinkowem wzniesienia, około 5 metrów ponad poziomem potoku płynącego dnem doliny. Długość głównego wyrobiska, biegnącego generalnie ku SSE, wynosi ok. 180 m (rys.

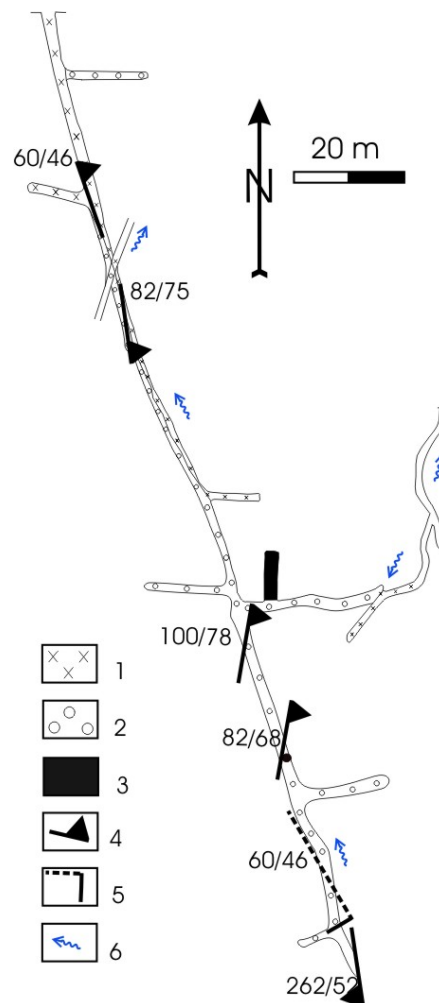
2). Jego średnia wysokość wynosi ok. 2 m, zaś szerokość – 1,7 m. Zarówno ku wschodowi, jak i ku zachodowi odchodzi od niego 7 krótkich wyrobisk w układzie niemal ortogonalnym, ich wymiary poprzeczne są zbliżone do podanych wyżej. W rejonie skrzyżowania wyrobisk, w odległości ok. 110 m od otworu wejściowego, doszło do powstania rozległego zawału, nie uniemożliwiającego jednak dalszej penetracji.

W dwóch miejscach na terenie obiektu znajdują się resztki wyrobisk o całkowicie odmiennym przebiegu i morfologii. W odległości ok. 47 m od otworu wejściowego wyrobisko główne przecina stary chodnik o kierunku NNE–SSW, którego spąg znajduje się prawdopodobnie około 1 m poniżej spągu sztolni nr 3. Jego szerokość wynosi ok. 80 cm i jest ono niemal w całości wypełnione wodą. Znacznie większy odcinek starego wyrobiska dostępny jest w centralnej części obiektu. Boczny (odchodzący ku E) chodnik o długości ok. 27 m. doprowadza do krętego wyrobiska (rys. 2), które zostało prześledzone na odcinku ok. 60 m. Wysokość jego biegnącego ku SW odcinka nie przekracza 100 cm, a szerokość spada do ok. 60 cm. Zakończenie stanowi przodek w postaci miniaturowej komory o średnicy ok. 80 cm (!). Wyrobisko to jest, do wysokości ok. 30–40 cm, wypełnione wodą. Odcinek wyrobiska biegnący ku NE do NNE ma szerokość nie przekraczającą 90 cm. i zmienną wysokość od 2 do 4 m. Kilkumetrowej długości odcinek o największej wysokości został w większości zabezpieczony obudową drewnianą z poduszką kamienną. Ta część chodnika mogła powstać w wyniku wybrania soczewy rudnej silnie rozwiniętej w pionie. Wyrobiska tego nie penetrowano na dłuższym odcinku ze względu na występujące tam wysokie niebezpieczeństwo zaważenia się obudowy. Zaobserwowano jednak, że w tym rejonie zmienia się kierunek drenażu (por. rys. 2). Sumaryczna długość spenetrowanych wyrobisk wynosi ok. 340 m.

#### 4.2. Budowa geologiczna

W badanym obiekcie występują dwie główne odmiany petrograficzne: łupki grafitowe i łupki łyszczykowe z granatami (por. rys. 2).

Pierwsze metry wyrobiska głównego oraz niektóre wyrobiska boczne przebiegają w obrębie łupków łyszczykowych. Według opisu makroskopowego są to skały jasnoszare, o strukturze granolepidoblastycznej i o łupkowej teksturze. Istotnymi ich składnikami są granaty oraz minerały nieprzezroczyste – grafit, magnetyt i piryt. W pierwszym korytarzu, odchodzącym w kierunku zachodnim, a także na przeważających odcinkach wyrobiska głównego pojawiają się łupki grafitowe. Jest to odmiana łupków, w których oprócz minerałów przezroczystych występuje w dużej ilości grafit, dzięki czemu skała wykazuje ciemną – niemal czarną barwę. Ma ona strukturę drobnolepidoblastyczną i teksturę łupkową. Dość często występują wtrącenia prawidłowo wykształconych kryształów pirytu. Wydzielono również odmianę łupków grafitowych, charakteryzującą się dużymi rozmiarami blastów grafitu i liściastą oddzielnością.



Rys. 2. Plan oraz zarys budowy geologicznej sztolni nr 3; 1 – łupki łyszczykowe, 2 – łupki grafitowe, 3 – łupki grafitowe gruboblastyczne, 4 – orientacja foliacji, 5 – uskok, 6 – kierunki drenażu

Fig. 2. Plan and geological sketch of adit N° 3; explanations: 1 – mica schists, 2 – graphite schists, 3 – coarse-blastic graphite schists, 4 – foliation, 5 – fault, 6 – drainage direction

Foliacja zespołu skalnego, obserwowanego w sztolni nr 3, wykazuje zbliżoną orientację biegu we wszystkich badanych punktach ( $150\text{--}172^\circ$ ), kierunek upadu zmienia się jednak z E (kąt upadu od  $46^\circ$  do  $78^\circ$ ) w północnej i środkowej części obiektu na W (pod kątem  $52^\circ$ ) przy końcu głównego wyrobiska (rys. 2). Uzyskany obraz wskazuje, że sztolnia była początkowo prowadzona zgodnie z foliacją skał, a następnie utrzymano jej azymut, mimo zmiany kierunku strukturalnego. Stare wyrobiska głębiej były

prawdopodobnie wzdłuż stref mineralizacji, które mogły być równoległe do kierunku foliacji obserwowanego w centralnej części obiektu.

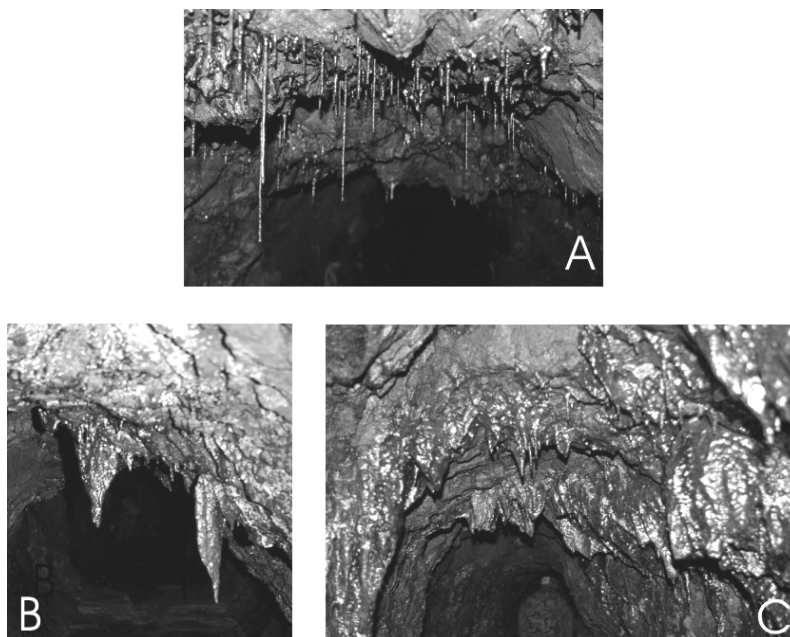
Jedyna z największych rozmiarów strefa uskokowa została wykartowana również w końcowym odcinku głównego wyrobiska i ma orientację 60/46.

### 4.3. Współczesne procesy geologiczne

Na dużych odcinkach wyrobisk badanego obiektu, w środkowej i głębszej jego części, dochodzi do współczesnego, ciągłego formowania się minerałów i substancji mineralnych. W szczelinach i na powierzchniach skał następuje krystalizacja gipsu, powszechnie tworzy się swoista szata naciekowa.

Od około 35. metra bieżącego sztolni na stropie i ociosach pojawiają się różnobarwne nacieki o formie identycznej do jaskiniowych makaronów (rys. 3a). Ich długość może dochodzić nawet do 60 cm, przy średnicy nie przekraczającej 7 mm. W zdecydowanej większości są to twory o barwie rudobrazowej, sugerującej, że materiałem budulcowym są tu tlenki żelaza.

Wstępna analiza rentgenostrukturalna wskazuje, że substancja ta, w większości mająca charakter amorficzny, miejscami może wykazywać budowę krystaliczną, zbliżoną do magnetytu. Na razie nie udało się określić składu nacieków o barwach niebieskich, białych i ciemnofioletowych, z pewnością nie są to jednak formy węglanowe.



Rys. 3. Nacieki żelaziste: tzw. „makarony” (a), stalaktyty (b) i draperie (c)

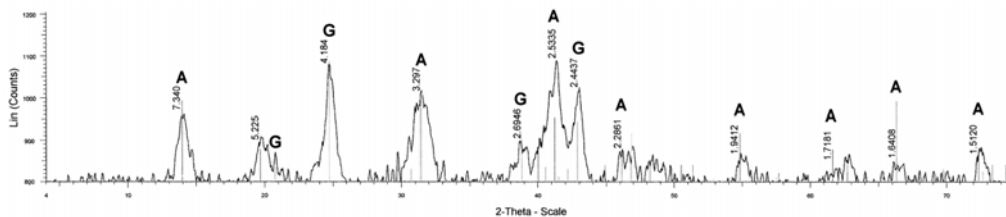
Fig. 3. Iron sinters: straws (a), stalactites (b), draperies (c)

Ociosy spenetrowanego na odcinku 60 m starszego wyrobiska są niemal w całości pokryte naciekami podobnej, twardej substancji o rudej barwie. Nacieki mają postać draperii i stalaktytów, których długość dochodzi nawet do kilkunastu centymetrów, a także rozległych pól (rys. 3b, c). Na spągu odcinków chodników częściowo zalanych wodą powstają formy o odmiennym charakterze. Są to nagromadzenia rudżółtego mułu, przybierające niekiedy postać do złudzenia przypominającą jaskiniowe misy martwicowe (rys. 4). Ich konsystencja nie jest jednak lita, lecz słabo spoista. Materiał ten został również poddany analizie rentgenostrukturalnej, która dała dość zaskakujące wyniki. Na dyfraktogramie (rys. 5) wyraźnie zaznaczają się piki charakterystyczne dla powszechnie występującego goethytu, ale także dla bardzo rzadkiego akaganeitu. Obecność drugiego z wymienionych minerałów wymaga jednak potwierdzenia inną metodą badawczą.



Rys. 4. Struktury o formie mis martwicowych – nagromadzenie spoistej substancji żelazistej

Fig. 4. A rimestone-like structures – accumulation of coherent ferrous substance



Rys. 5. Dyfraktogram substancji pobranej z „misy martwicowej”, oznaczono piki charakterystyczne dla goethytu (G) i akaganeitu (A)

Fig. 5. Diffraction pattern of substance from a rimestone-like structure, the peaks specific for goethite (G) and akaganeite (A) have been marked



Podrzednie, w miejscach, w których odrywające się od stropu krople wpadają do płytkiej wody zalegającej na spągu, a niekiedy przy krawędziach mis martwicowych tworzą się koncentryczne skupienia kryształów o charakterze szkieletowym.

W rejonie zawału na 110. metrze bieżącym głównego wyrobiska zaobserwowano obecność mineralizacji gipsowej (potwierdzonej badaniami rentgenostrukturalnymi; por. rys. 6, 7). Kryształki o długości do 13 mm i szerokości rzędu 0,5 mm występują na stropie oraz ociosach i blokach, które odpadły od stropu. Świadczy to ich formowaniu się już po zakończeniu działalności górniczej.

Powstawanie opisanych struktur jest rezultatem wyjątkowych warunków panujących w tym obiekcie – wysokiej wilgotności, stałego, dość regularnego dopływu wód szczelinowych i obecności prawdopodobnie znacznej ilości siarczków żelaza rozproszonych w obrębie łupków grafitowych. Delikatność tworzących się tu struktur wskazuje jednak, że zachwianie panującej równowagi hydrologicznej oraz zbyt częste penetracje obiektu mogą łatwo doprowadzić do ich zniszczenia.

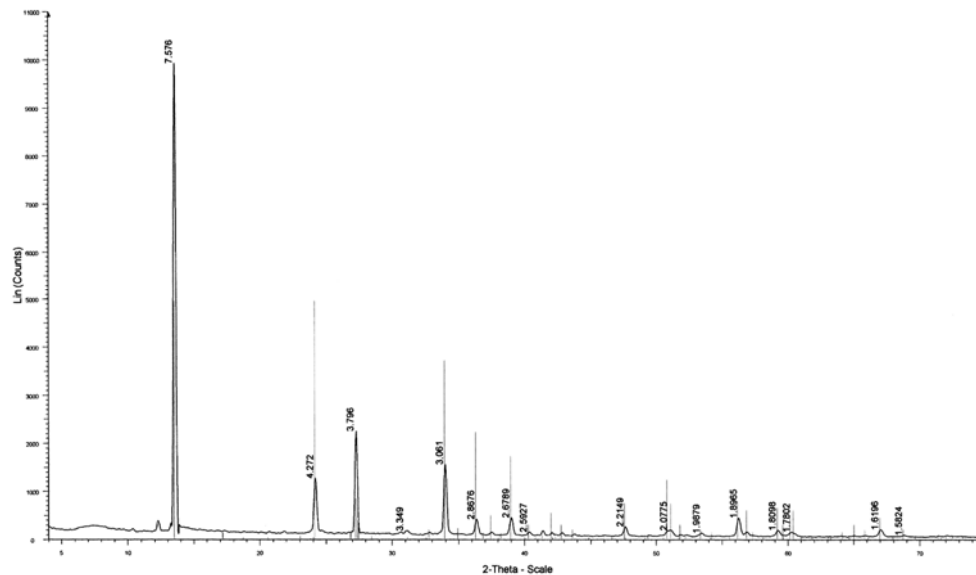


Rys. 6. Kryształy gipsu o długości do 7 mm na stropie wyrobiska

Fig. 6. Gypsum crystals (up to 7 mm) on the roof of the adit

## 5. Podsumowanie

Sporządzono plan wyrobisk oraz przeprowadzono geologiczną dokumentację struktur i zjawisk (w tym zachodzących współcześnie) w sztolni nr 3 w Marcinkowie. W obiekcie tym dostępne są wyrobiska dwójakiego rodzaju – szerokie i wysokie, o prostoliniowym przebiegu, zgłębione w ramach prac poszukiwawczych za rudami uranu, w połowie XX w. oraz kręte, wyjątkowo wąskie i niskie, które można prawdopodobnie łączyć z najdawniejszym, XVI-wiecznym okresem działalności górniczej.



Rys. 7. Dyfraktogram kryształów gipsu

Fig. 7. Diffraction pattern of gypsum crystals

Sztolnia nr 3 okazuje się wyjątkowym stanowiskiem umożliwiającym śledzenie procesów mineralotwórczych (nawet w czasie rzeczywistym), powinna też zostać przebadana od strony biologicznej. Występują tu bowiem ciekawe formy biotyczne, a wyjątkowe środowisko panujące w wyrobisku daje szansę na poszukiwanie organizmów ekstremofilnych.

Ze względu na wartość badanego obiektu zarówno pod względem historycznym jak i geologicznym oraz, być może biologicznym zdaniem autorów powinien on zostać objęty ochroną prawną, jako geostanowisko lub pomnik przyrody.

Prace finansowane ze środków na badania własne pracowników Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Polit. Wr. (zlec. nr 331885 W/6) oraz ze środków na działalność statutową Instytutu Górnictwa Polit. Wr. (zlec. nr 342933).

### Literatura

- [1] BUTKIEWICZ T., *Łupki krystaliczne pasma Krowarek w górach kłodzkich*, Geol. Sud., IV, 1968, s. 48–104
- [2] CIĘŻKOWSKI W., IRMIŃSKI W., KOZŁOWSKI., MIKULSKI S. Z., PRZENIOSŁO S., SYLWESTRZAK H., *Zmiany w litosferze wywołane eksploatacją surowców mineralnych* [w:] Jahn A., Kozłowski S., Pulina M., (red.), *Masyw Śnieżnika*. Polska Agencja Ekologiczna S.A., 1996, s. 85–119.
- [3] DON J., *Geologia strefy złożowej Kletna-Janowej Góry* [w:] Wojciechowska I., (red.), *Wybrane zagadnienia geologii i mineralizacji metamorfiku Śnieżnika*. Mat. Konf., 1988, s. 57–80.

- [4] DON J., *Jaskinia na tle ewolucji geologicznej Masywu Śnieżnika* [w:] Jahn A., Kozłowski S., Wiszniewska T., (red.), *Jaskinia Niedźwiedzia w Kletnie. Badania i udostępnianie*. Ossolineum, 1989, s. 58–79.
- [5] DON J., OPLETAŁ M., *Budowa i ewolucja geologiczna Masywu Śnieżnika* [w:] Jahn A., Kozłowski S., Pulina M., (red.), *Masyw Śnieżnika*. Polska Agencja Ekologiczna S.A., 1996, s. 13–26.
- [6] DON J., SKÁČEL J., GOTOWAŁA R., *The boundary zone of the East and West Sudetes on the 1:50000 scale geological map of the Velké Vrbno, Staré Město and Śnieżnik Metamorphic Units*, *Geol. Sud.* 35, 2003, s. 25–59.
- [7] DZIEKOŃSKI T., *Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX wieku*, Ossolineum, 1972.
- [8] LIS J., SYLWESTRZAK H., *Minerały Dolnego Śląska* Wyd. Geologiczne., 1986.
- [9] MASTALERZ M., *Charakterystyka lupków grafitowych okolic Marcinkowa* [w:] Wojciechowska I., (red.), *Wybrane zagadnienia geologii i mineralizacji metamorfiku Śnieżnika*. Mat.Konf., 1988, s. 98–100
- [10] MADZIARZ M., SZTUK H., *Kopalnia w Marcinkowie – zapomniane świadectwo wieloletniej eksploatacji górniczej na Dolnym Śląsku*, *Przegląd Górniczy* 12, 2004, s. 50–55.
- [11] NOWAK I., ŻELAŻNIEWICZ A., *Metabasites from the Stronie schists in the Lądek – Śnieżnik Metamorphic Unit, West Sudetes: geochemistry and P – T – d path*. *GeoLines* 14, 2002, s. 72–73.
- [12] SZYCHOWSKA-KRAPIEC E., STYSZ M., *Analiza dendrochronologiczna drewna ze sztolni w Marcinkowie*, *Pr. Nauk. Inst. Górn. Polit. Wr.* nr 117. *Studia i Materiały* nr 32, 2006, s. 289–302.

#### **YORE AND CONTEMPORARY GEOLOGICAL PROCESSES IN ADIT N° 3 IN ARCINKÓW**

The paper describes outline of geology of Śnieżnik area. It presents characteristics of geological structure and contemporary geological processes in adit N°3 in Marcinków (crystallization of gypsum and sulphureous minerals, formation of speleothems by Fe-Cu minerals).