Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury, 3
pod red. P.P. Zagożdżona i M. Madziarza, Wrocław 2010

*geologia, kartowanie geologiczne,
geoturystyka, podziemna trasa turystyczna,
Złoty Stok*

Paweł P. ZAGOŻDZON [*]
Katarzyna D. ZAGOŻDZON [*]

PODZIEMNA TRASA GEOTURYSTYCZNA W „KOPALNI ZŁOTA W ZŁOTYM STOKU" – PROPOZYCJA

Przedstawiono propozycję podziemnej trasy geoturystycznej w wyrobiskach dawnej kopalni złota i arsenu, udostępnionych w ramach „Kopalni Złota w Złotym Stoku". Przeprowadzone badania geologiczne pozwoliły na szczegółowe opisanie 16 stanowisk obserwacyjnych. Umożliwiają one przedstawianie różnorodnych struktur i zjawisk z zakresu petrografii i petrologii, tektoniki, hydrogeologii i geologii złożowej, a także mechaniki górotworu i różnych elementów sztuki górniczej. Utworzenie proponowanej podziemnej trasy turystycznej da możliwość jej szerokiego wykorzystania geoturystycznego, popularyzacji wiedzy geologicznej, a nawet edukacji geologii.

1. Wstęp

Coraz większą popularność zdobywa w ostatnich latach nowa gałąź rekreacji oraz dziedzina nauki, jaką jest geoturystyka. Jest ona definiowana jako dział turystyki poznawczej, opierającej się na poznawaniu zjawisk i obiektów geologicznych (Słomka & Kicińska-Świderska, 2004). Wydaje się, że wskazane jest nieco szersze rozumienie tego terminu, gdyż szereg obiektów geoturystycznych przybliża zagadnienia związane z pokrewnymi względem geologii dziedzinami nauk przyrodniczych (np. geomorfologia) i technicznych (historia techniki – górnictwa, hutnictwa itp.). W tym ujęciu za niezwykle atrakcyjne obiekty geoturystyczne należy uznać udostępnione do zwiedzania zespoły dawnych wyrobisk podziemnych, które w wyjątkowy sposób umożliwiają poznawanie budowy geologicznej górotworu (jednostki geologicznej). Wydaje się jednak, że o ile aspekty historii górnictwa, czy społeczno-historyczne są w takich obiektach przybliżane w sposób wystarczająco (niekiedy wręcz przesadnie) szeroki, to

[*] Politechnika Wrocławska, Instytut Górnictwa, 50–051 Wrocław, pl. Teatralny 2.

zagadnienia wspomniane wyżej są przedstawiane niechętnie, rzadko, a często z rażącymi błędami merytorycznymi.

Jedną z podstawowych przeszkód (obok oczywistego braku wykształcenia geologicznego większości przewodników) stwarza tu brak wystarczająco precyzyjnych opracowań budowy geologicznej takich obiektów, pozwalających na przygotowanie szczegółowych, a jednocześnie przystępnych dla szerokiego odbiorcy opisów poszczególnych (geoturystycznych) stanowisk obserwacyjnych. W artykule autorzy przedstawiają, znajdujące się w fazie przygotowania, tego rodzaju szczegółowe opracowanie dla podziemnej trasy turystycznej „Kopalnia Złota w Złotym Stoku". Wstępne dane zostały zebrane w ramach pracy dyplomowej pt. „Budowa geologiczna NE części złoża rud arsenu i złota w Złotym Stoku na podstawie profilowania sztolni Czarna i Gertruda" (Rzeszut, 2009), zrealizowanej na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, zaś ich zasadnicza część – w trakcie prac własnych autorów artykułu.

2. Obiekt turystyczny „Kopalnia Złota w Złotym Stoku"

Wielowiekowa działalność górnicza w rejonie Złotego Stoku została zakończona w kwietniu 1961 r., natomiast już w roku 1964 prof. T. Dziekoński podjął próbę utworzenia tu Podziemnej Trasy Turystycznej, jednak mimo zaangażowania wielu osób plany te nie zostały wówczas zrealizowane. W 1966 r., z inicjatywy władz lokalnych, w Złotym Stoku powstaje muzeum złota – Izba Górnictwa i Hutnictwa Złota. Trzy lata później, w ramach trasy turystycznej prowadzonej przez oddział PTTK, po raz pierwszy udostępniono do zwiedzania podziemia złotostockiej kopalni (sztolnia Książęca). Niestety wkrótce przedsięwzięcie to upadło. (Mikoś, 2009)

Ponowna próba zagospodarowania pozostałości tutejszej kopalni nastąpiła dopiero 28 maja 1996 r., kiedy władze miasta i prywatni inwestorzy utworzyli Podziemną Trasę Turystyczną – Kopalnia Złota (Lubieniecki & Magiera, 1995; Szumska & Lorenc, 2008). Obejmowała ona początkowo odcinki dwóch, dość odległych od siebie wyrobisk: sztolni Gertruda i Czarnej Górnej. Stopniowo i coraz gwałtowniej następuje rozwój tego obiektu turystycznego. Sukcesywnie remontowane są elementy infrastruktury naziemnej, wykonano udrożnienie sztolni Czarnej Dolnej, w roku 2008 uruchomiono 200-metrowy odcinek kolejki podziemnej (Szumska & Lorenc, 2008). Dziś trasa podziemna jest wizytówką Złotego Stoku.

Obecnie dla ruchu masowego udostępnione jest ok. 950 m.b. sztolni i 23 m szybu, co stanowi ok. 0,03% długości wszystkich wyrobisk działającej niegdyś kopalni. Pierwsza część trasy turystycznej przebiega, na długości ok. 450 m, dawnymi wyrobiskami komorowymi zaplecza technicznego podziemnej części kopalni, dostępnymi ze sztolni Gertruda (drążonej do roku 1920, o całkowitej długości 2 km). Było to wyrobisko odstawcze dla pól górniczych Zachodniego i Góry Krzyżowej oraz odwadniające

zachodnią część górotworu. Następnie – po przejściu kilkuset metrów na powierzchni ziemi – turyści zwiedzają sztolnie Czarną Górną (pochodzącą z XVII w., założoną prawdopodobnie na wcześniejszych wyrobiskach) i Dolną (użytkowaną od XIX w.). Końcowe ok. 200 m podstawowej trasy turystycznej zwiedzający pokonują za pomocą kolejki wąskotorowej. Ponadto istnieje możliwość tzw. „zwiedzania z fabułą", kolejne setki metrów sztolni Gertruda dostępne są do zwiedzania z użyciem łodzi, małe grupy bardziej doświadczonych turystów mogą dotrzeć do końca dostępnego odcinka tego wyrobiska, możliwa jest też eksploracja pobliskiej, pochodzącej z XVI w., sztolni Emanuel.

3. Budowa geologiczna rejonu badań

Rejon Złotego Stoku jest wyjątkowo złożony i interesujący pod względem budowy geologicznej. Występuje tu szereg zróżnicowanych odmian litologicznych skał metamorficznych (zaliczanych do tzw. kopuły orlicko-śnieżnickiej) i magmowych (granitoidy masywu kłodzko-złotostockiego oraz, związane z nim genetycznie, liczne skały żyłowe). Zaznaczył się tu wpływ szeregu faz metamorfizmu regionalnego, a następnie dynamicznego, zakończonego rekrystalizacją w warunkach wysokotemperaturowych (ok. 650–700ºC) i niskociśnieniowych (2,0–2,5 kbar) (Kozłowska-Koch, 1973; Wojciechowska, 1993). Ten zespół procesów doprowadził do powstania tzw. strefy dyslokacyjnej Złoty Stok–Skrzynka (Złoty Stok–Trzebieszowice wg Cymermana, 1995). Cały ten krystaliczny zespół skalny został następnie obcięty dyslokacjami sudeckiego uskoku brzeżnego, dzięki czemu powstała doskonale widoczna krawędź morfologiczna Gór Złotych. Dodatkowo w rejonie tym doszło do wykształcenia się zróżnicowanej i bogatej mineralizacji złożowej.

W najbliższym otoczeniu dawnej kopalni rud złota i arsenu w Złotym Stoku dominującą odmianą skalną są, wydzielane wspólnie, **blastomylonityczne łupki biotytowe** oraz gnejsy biotytowo-plagioklazowe (Cwojdziński, 1977; Sawicki, 1959, Wojciechowska, 1993). Są one opisywane jako ciemnoszare, zwięzłe skały o strukturze granolepidoblastycznej i teksturze łupkowej, warstewkowej lub warstewkowo-soczewkowej. Wykazują one dużą zawartość kwarcu, tworzącego oddzielne laminy lub soczewy, dzięki czemu powierzchnie foliacji są wyraźnie nierówne (Cwojdziński, 1977). W części zachodniej omawianego obszaru, w obrębie wychodni łupków blastomylonitycznych wykartowano strefę występowania zmian wywołanych termicznym oddziaływaniem magm masywu kłodzko-złotostockiego, mających charakter migmatytyzacji. Fację przykontaktową stanowią tam skały biotytowo-kwarcowo-skaleniowe typy hornfesu (Kozłowska-Koch, 1973).

Szereg wkładek i soczew tworzą w tym rejonie jasne, jednorodne skały, o bardzo drobnoblastycznej strukturze i smugowanej, płasko-równoległej teksturze. W ich składzie mineralnym dominuje kwarc i skalenie, ponadto występują tam blaszkowe agrega-

ty chlorytu i muskowitu (Cwojdziński, 1977). Określane są one jako gnejsy **leptytowe** (Sawicki, 1959), czy **leptynity** (Cwojdziński, 1977). Według Wojciechowskiej (1993) protolit tych skał, podobnie jak tzw. gnejsów haniackich, mógł byś produktem kwaśnego wulkanizmu.

Określenie „**gnejsy haniackie**" odnoszone jest do zespołu jasnych gnejsów, zróżnicowanych zarówno pod względem struktury, jak i tekstury, o wyraźnie zachowanych reliktach procesów metamorfimu dynamicznego (kataklaza, mylonityzacja) (Cwojdziński, 1977, Wojciechowska, 1993).

Wystąpienia **wapieni krystalicznych (marmurów)** oraz skał wapienno-krzemianowych, w obrazie kartograficznym mają postać pokładów, ale też tektonicznie wyciśniętych soczew i megabudin (Cwojdziński, 1976, 1977). Te białe lub szare (rzadko żółtawe) skały cechuje drobnoblastyczna struktura i zazwyczaj masywna tekstura. W ich składzie chemicznym stwierdzono znaczą ilość magnezu, stąd należy je uznać za marmury dolomityczne. Zostały one silnie zmienione procesami matasomatycznymi i częściowo uległy przekształceniu w skały wapienno-krzemianowe (skarny magnezowe) (vide Cwojdziński, 1977).

W sąsiedztwie omawianego obiektu, w obrębie zespołu blastomylonitycznego, występują też zgodne wkładki **amfibolitów** (Sawicki, 1959). Według Cwojdzińskiego (1977) skały tego rodzaju wykazują dwie główne odmiany strukturalne – masywną i łupkową (łupki amfibolitowe), są one ciemne, o odcieniu zielonoszarym.

Opisywane w tym rejonie **serpentynity** to skały o barwach czarnej, bądź zielonej, często przewarstwiające się z blastomylonitycznymi łupkami łyszczykowymi. Ta odmiana litologiczna najczęściej wykazuje obecność okruszcowania i stanowiła najbogatszą rudę w złożu (vide Wojciechowska, 1993, Muszer, 1995).

Z obszaru kopalni są też ogólnie opisywane wystąpienia skał diopsydowych, w Planie bezpiecznego prowadzenia robót (...) określone jako „diopsydy" (Plan..., 1957).

W odległości ok. 2 km ku zachodowi strefa występowania opisanych powyżej skał metamorficznych obcięta jest intruzywną granicą granitoidowego masywu kłodzko-złotostockiego. Buduje go zróżnicowany zespół skał magmowych – od granitów do sjenodiorytów i monzonitów. (Cwojdziński, 1977)

Strefa dyslokacyjna Złoty Stok–Skrzynka stanowi skrajną, północną strefę metamorfiku Lądka–Śnieżnika, który syntetycznie został omówiony w pracy Zagożdżonów (2009). Pod względem tektonicznym omawiany tu rejon tworzą, zdaniem Dona (1964), dwie nadrzędne jednostki: gnejsowa antyklina (antyklinorium) Skrzynki na zachodzie i łupkowa synklina (synklinorium) Orłowca – na wschodzie. Są to struktury o przebiegu (w okolicy Złotego Stoku) NE–SW.

Cwojdziński (1977) określił styl budowy tego regionu mianem fałdowo-budinażowego, wyróżniając kilka głównych struktur tektonicznych o przebiegu NNE–SWW i umiarkowanym (rzędu 15–30°) zapadem osi ku północnemu-wschodowi. Są to (od zachodu): struktura Haniaka, struktura fałdowa Góry Mikowej–Trzebonia i strefa fałdowa Kikoła. Pierwszą z nich tworzą gnejsy „haniackie" w postaci fałdów wergent-

nych ku NW. Pod względem przestrzennym odpowiada ona wspomnianemu donowskiemu antyklinorium Skrzynki. Struktura Góry Mikowej–Trzebonia ma charakter zespołu wyraźnych fałdów tworzących antyklinorium. Tworzą ją w przewadze łupki blastomylonityczne, w obrębie których występuje wkładka gnejsów „haniackich", a także krótkie soczewy wapieni krystalicznych i leptynitów (Cwojdziński, 1976, 1977). Strefa Kikoła ma charakter synklinorialny, odpowiadając wspomnianej synklinie Orłowca. Również tą jednostkę tworzą w przewadze łupki blastomylonityczne, a ponadto wkładki i soczewy leptynitów, skał węglanowych i amfibolitów (Cwojdziński, 1976, 1977; Sawicki, 1959).

Zdaniem Cwojdzińskiego (1977) występuje tu zespół fałdów (nawet izoklinalnych), przechodzących w łuski tektoniczne. W ich strefach osiowych położone są, bardziej kompetentne od otaczających łupków blastomylonitycznych, zwarte wkładki leptynitów i skał węglanowych.

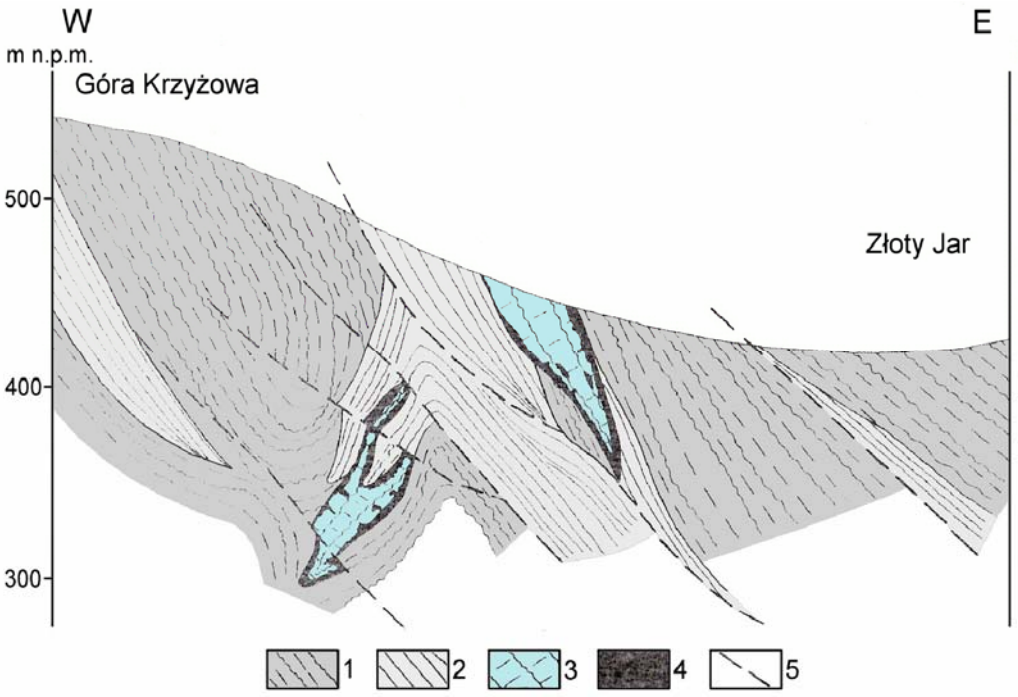
Autorzy szczegółowych opracowań kartograficznych są zgodni co do obecności szeregu uskoków tnących poprzecznie (wykazujących bieg NW–SE do NWW–SEE) opisane powyżej struktury, choć ich przebieg na poszczególnych mapach nie zawsze jest zbieżny (Cwojdziński, 1976; Wojciechowska, 1993; Sawicki, 1959). Są one równoległe do sudeckiego uskoku brzeżnego, choć wykazują charakter przesuwczy, lewoskrętny (północ – ku zachodowi), o amplitudzie 20–500 m (Cwojdziński, 1977).

3.1. Polimetaliczne złoże Złotego Stoku

Eksploatacja rud złota i arsenu w Złotym Stoku prowadzona była na obszarze czterech pól górniczych: Zachodniego (Góry Haniak, tzw. Pole I – wg Planu..., 1957), Południowego (Białej Góry, in. Pole II), Wschodniego (Góry Krzyżowej, Pole III) i Pola Czarnej Sztolni (Góry Sołtysiej, Pole IV). Pierwsze z nich usytuowane jest na wschodnich stokach góry Haniak. Od XIV wieku stanowiło ono obszar najintensywniejszej eksploatacji, prace górnicze prowadzono w obrębie kilku ciał rudnych (m.in. Golden Esel i Reicher Trost) o formach soczew związanych przestrzennie z wystąpieniami serpentynitów (Mikoś, 2009). Na Polu Południowym (zbocze Białej Góry) prowadzono głównie prace poszukiwawczo-dokumentacyjne, również za rudami uranu. Pole Wschodnie, zlokalizowane w masywie Góry Krzyżowej, obejmowało kilka gniazdowych skupień rudnych, w tym bardzo bogate – Himmelsfahrt. Okruszcowanie występowało tu w pobliżu kontaktów izometrycznego wystąpienia krystalicznego wapienia dolomitycznego (Dziedzic i in., 1979; Mikoś i in., 2009). Pole Góry Sołtysiej, obejmujące wschodnie zbocza Złotego Jaru, miało stosunkowo niewielkie znaczenie. Rozpoznano tu zaledwie dwa ciała rudne (drugie z nich dopiero w roku 1953) związane z wystąpieniami marmurów (Mikoś, 2009).

Budowę złotostockiego złoża zinterpretowano jako tektonicznie strzaskany zespół łupków blastomylonitycznych i gnejsów oraz leptynitów z marmurowymi soczewami o formie soczew, czy budin (vide Dziedzic i in., 1979; rys. 1). Ciała złożowe miały

formę nieregularnych, stromo zapadających żył i soczew oraz gniazd, a okruszcowanie związane było przestrzennie ze strefami kontaktowymi skał węglanowych (dolomityczne wapienie krystaliczne – marmury) i krzemianowych (łupki łyszczykowe, serpentynity, skały diopsydowe) (Plan..., 1957; Dziedzic i in., 1979; Mikoś, 2009). Generalnie złoże to uważane jest za skarnowe, kontaktowo-metasomatyczne, a przyczyną jego powstania było działanie roztworów hydrotermalnych (Dziedzic i in., 1979, Mikulski, 1996) i procesów metamorficznych (Wojciechowska, 1995). Szczegółowymi badaniami udokumentowano fakt wieloetapowości (prawdopodobnie siedem etapów) i zróżnicowania mineralizacji złożowej w Złotym Stoku (Muszer, 1995).



Rys. 1. Budowa tektoniczna polimetalicznego złoża w Złotym Stoku *vide* Dziedzic i in. (1979); 1 – blastomylonityczne łupki łyszczykowe, 2 – leptyty, 3 – marmury, 4 – zmineralizowana strefa skarnowa, 5 – dyslokacje (opisy nieco zmienione)

Fig. 1. Tectonic of polymetalic mineral deposit of Złoty Stok *vide* Dziedzic et al. (1979); 1 – blastomylonitic mica schists, 2 – leptites, 3 – marbles, 4 – mineralized skarn zone, 5 – dislocations (descriptions – partly changed)

Głównym minerałem rudnym złotostoskiego złoża jest löllingit zawierający 35–40% As, który okruszcowuje głównie czarne serpentynity, tworząc gniazda o średnicy sięgającej nawet 1,2 m (Plan..., 1957; Kowalski, 1969). Najpowszechniejszym po löllingicie minerałem kruszconośnym jest pirotyn, występujący w postaci gniazd

i żyłek w obrębie serpentynitów i wapieni. Arsenopiryt (zwykle z domieszką kobaltu), tworzy ciała rudne w serpentynitach zielonych, w skałach diopsydowych i skałach wapienno-krzemianowych. Często współwystępuje on z löllingitem tworząc agregaty (Lis & Sylwestrzak, 1986). W podrzędnych ilościach pojawia się piryt, występujący w postaci kilkumilimetrowych, automorficznych ziaren, agregatów ziarnistych, żyłek oraz wrostków w pirotynie, chalkopirycie i arsenopirycie (Mikulski, 1996).

Wśród pozostałych minerałów występujących w Złotym Stoku należy wymienić chalkopiryt, chalkozyn, chromit, galenę, goethyt, hematyt, ilmenit, kobaltyn, malachit, azuryt, kowelin, limonit, magnetyt, markasyt, sfaleryt, syderyt, tytanit, bismutynit, scheelit, pentlandyt, uraninit, kubanit i scheelit. Udokumentowano tu też obecność pierwiastków rodzimych: złota, srebra, bizmutu, platyny i miedzi. (Lis & Sylwestrzak, 1986; Mikulski, 1996; Muszer, 1995)

Metalem decydującym przez setki lat o atrakcyjności złoża w Złotym Stoku było oczywiście złoto. Kruszec ten występuje jako „złoto widzialne" (tzn. dostrzegalne w obrazie mikroskopowym, o wielkości ziaren sięgającej kilkudziesięciu μm) oraz jako złoto drobnodyspersyjne. Pod względem chemicznym złoto widzialne często zawiera domieszki różnych metali – srebra, bizmutu, niklu, arsenu i wolframu. Zawartość poszczególnych domieszek może sugerować występowanie złota w postaci elektrum czy też maldonitu. Tworzy ono mikrowrostki w obrębie siarkosoli arsenowych oraz pojawia się w postaci pojedynczych ziarenek w żyłkach kwarcowych. Złoto drobnodyspersyjne występuje w postaci domieszek w bismutynicie, löllingicie, arsenopirycie oraz w arsenowych siarkosolach Ni, Fe, Co. (Mikulski, 1996)

Zasoby bilansowe złoża rud arsenu, na dzień 1.01.1957 r., określono na 343,057 tys. t w kat. C_1 i 356,238 tys. t w kat. C_2, przy szacowanej zawartości metalu w rudzie na poziomie 3,4% (Plan..., 1957). Opracowania współczesne (Przeniosło, 2005) informują o pozostawieniu w złożu, w momencie zaniechania eksploatacji w 1960 r., 536,5 tys. t rudy zawierającej 19,6 tys. t arsenu i ok. 1,5 t złota.

4. Geologiczny plan wyrobisk trasy turystycznej

W wyniku przeprowadzonego studium, wykonanego częściowo w ramach zrealizowanej na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej pracy dyplomowej (Rzeszut, 2009), wykreślono plany i przekroje geologiczne odcinków wyrobisk górniczych wykorzystywanych w charakterze trasy turystycznej. Liczne odcinki chodników umożliwiają detaliczne rozpoznanie budowy geologicznej górotworu, jednak w innych strefach pełna obudowa betonowa lub ceglana, silne zaangażowanie tektoniczne i zwietrzenie skał lub całkowite pokrycie stropu i ociosów pyłem skalnym praktycznie uniemożliwiało badania. Stąd budowa geologiczna na niektórych odcinkach wyrobisk pokazana została w sposób orientacyjny lub przypuszczalny. Naj-

większe trudności sprawia interpretacja struktury górotworu w centralnej części udostępnionego odcinka sztolni Gertruda.

4.1. Odmiany litologiczne

W zbadanych odcinkach wyrobisk trasy turystycznej „Kopalnia złota w Złotym Stoku" stwierdzono występowanie kilku charakterystycznych odmian skalnych.

Najczęściej spotykaną z nich (rys. 2, 3) są **łupki łyszczykowe** o strukturze granolepidoblastycznej (rzadko afanitowej) i wyraźnej teksturze łupkowej. Doskonale wykształcona foliacja ma charakter płaskorównoległy lub jest lekko zafałdowana. Naturalna (pierwotna) barwa skał jest szara, choć bardzo często, w wyniku zwietrzenia, obserwowane są odcienie zielonkawe lub wiśniowe. Występują w nich znaczne ilości kwarcu w postaci żyłek i drobnych soczewek. Obserwacje mikroskopowe wykazały, że skała składa się z naprzemiennych lamin kwarcu i łyszczyków (głównie schlorytyzowanego biotytu). Zaznacza się duży udział (miejscami wyraźna przewaga) kwarcu. Minerał ten tworzy niekiedy krótkie, często silnie zafałdowane grube laminy lub soczewki o wyraźnie większym ziarnie. (Rzeszut, 2009)

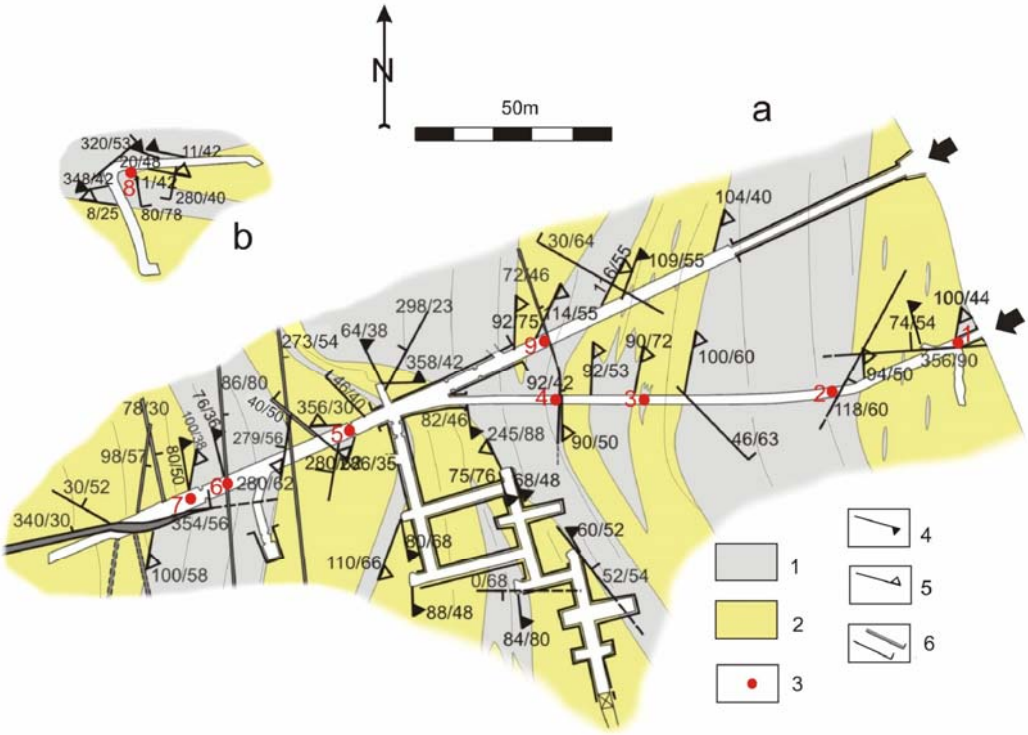
Stwierdzono podrzędne występowanie szaro-zielonej skały, określonej jako łupek chlorytowy, wykazującej strukturę lepidoblastyczną i wyraźnie łupkową teksturę. W jej obrębie występują znacznych rozmiarów (15–20 cm długości), rozciągłe soczewy kwarcu. (Rzeszut, 2009)

Duże odcinki wyrobisk sztolni Gertruda oraz Czarnej głębiono w obrębie skał kwarcowo-skaleniowych, tradycyjnie nazywanych leptynitami, choć ze względu na ich niewyjaśnioną genezę bardziej wskazane może być stosowanie terminu **leptyt**. Wykazują one charakterystyczną jasnoszarą barwę, która na powierzchniach zwietrzałych może przechodzić ciemnoszarą lub żółto-rdzawą. Skały te wykazują strukturę granoblastyczną, rzadziej afanitową oraz płaskorównoległą, niekiedy bezładną teksturę, występują w nich wyraźne laminki o miąższości rzędu 1 mm. W obrazie mikroskopowym zauważalna jest zdecydowana dominacja kwarcu, niewielkie ilości łyszczyków tworzą rzadkie, cienkie laminki, sporadycznie występują ziarna plagioklazu. W skałach występują też wtórne, prostopadłe do foliacji, 1–2-milimetrowej miąższości żyłki kwarcu gruboblastycznego. (Rzeszut, 2009)

W wyrobiskach sztolni Czarnej Górnej w znacznych ilościach występują skały węglanowe – **marmury dolomityczne**, a także skały wapienno-krzemianowe. Obecność odosobnionego wystąpienia marmuru stwierdzono też w sztolni Czarnej Dolnej – nad tzw. zawałem. Te jasne skały wykazują zazwyczaj afanitową strukturę i bezkierunkową lub słabo kierunkową teksturę. W obrazie mikroskopowym stwierdzono w przewadze strukturę drobnoblatyczną, z nieregularnymi strefami ziarna o większych rozmiarach, obserwuje się też niewielkie gniazda lub nieregularne żyłki chalcedonu (Rzeszut, 2009), będące świadectwem działania procesów metasomatycznych.

Ciemną, niemal czarną lub zieloną skałę, zawsze silnie strzaskaną tektonicznie, występującą w znacznych ilościach w sztolni Czarnej Górnej określono, na podstawie wstępnego opisu makroskopowego jako **serpentynit**.

Odosobnione próbki skalne pochodzące ze sztolni Gertruda określono, na podstawie cech makroskopowych, jako **tektonity** o cechach mylonitu (Rzeszut, 2009).

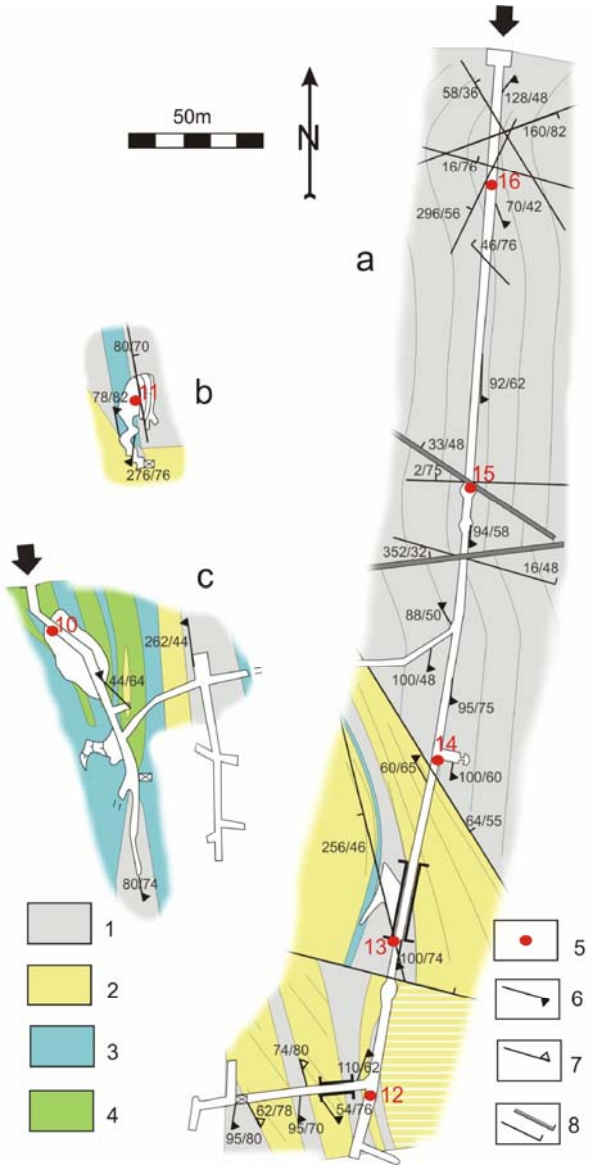


Rys. 2. Geologiczny plan trasy turystycznej w wyrobiskach sztolni Gertruda (a) oraz w chodniku nadpoziomowym (b); 1 – blastomylonityczne łupki łyszczykowe, 2 – leptyty, 3 – proponowane stanowiska obserwacyjne podziemnej trasy geoturystycznej; orientacja: 4 – foliacji, 5 – powierzchni kontaktowych odmian litologicznych, 6 – uskoków i stref dyslokacyjnych

Fig. 2. Geological plan of a tourist route in Gertruda Adit (a) and upper level (b); 1 – blastomylonitic mica schists, 2 – leptites, 3 – proposed points of underground geotourist rout; orientation of: 4 – foliation, 5 – contact surfaces of rock types, 6 – faults and dislocation zones

4.2. Zjawiska i struktury tektoniczne

Przeprowadzone badania terenowe pozwoliły na scharakteryzowanie, w obrębie podziemnej trasy turystycznej w Złotym Stoku, szeregu różnorodnych struktur tektonicznych: przebiegu powierzchni kontaktowych poszczególnych odmian litologicznych i foliacji oraz zjawisk tektoniki ciągłej i dysjunktywnej – różnej skali fałdów i uskoków (por. też rozdz. 5).



Rys. 3. Geologiczny plan trasy turystycznej w wyrobiskach sztolni Czarna Dolna (a), poziomu wodospadu (b) i sztolni Czarna Górna (c); 1 – łupki blastomylonityczne, 2 – leptyty, 3 – marmury, 4 – serpentynity, 5 – proponowane stanowiska obserwacyjne podziemnej trasy geoturystycznej; orientacja: 6 – foliacji, 7 – powierzchni kontaktowych odmian litologicznych, 8 – uskoków i stref dyslokacyjnych

Fig. 3. Geological plan of a tourist route in Lower Czarna (a), waterfall level (b) and Upper Czarna adits; 1 – blastomylonitic mica schists, 2 – leptites, 3 – marbles, 4 – serpentinites, 5 – proposed points of underground geotourist rout; orientation of: 6 – foliation, 7 – contact zones of rock types, 8 – faults and dislocation zones

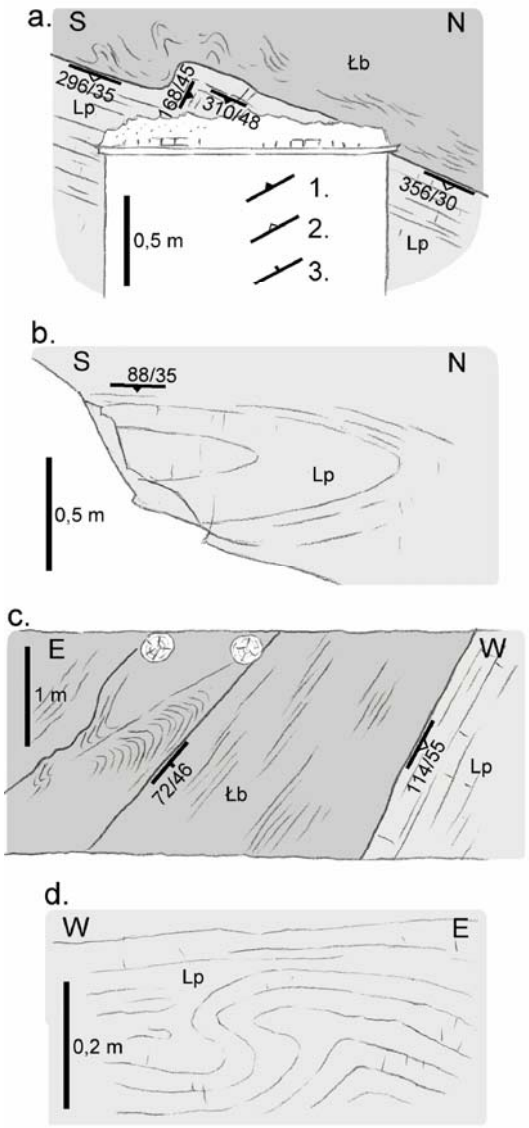
W obu charakteryzowanych wyrobiskach orientacja powierzchni kontaktowych oraz foliacji wykazuje zazwyczaj bieg zbliżony do N–S (rys. 2, 3). Znaczące odstępstwo widoczne jest jedynie w chodniku nadpoziomowym w sztolni Gertruda, gdzie struktury te wykazują orientację (odpowiednio) 325/28 oraz ok. 15/45. W wielu przypadkach obserwuje się skośne (od kilku do 30º) ułożenie foliacji w stosunku do powierzchni kontaktowych.

Najrozleglejsza struktura fałdowa, dostępna do obserwacji jedynie w skali wykreślonego planu geologicznego, znajduje się w sztolni Gertruda. Niestety obecność pełnej obudowy w rejonie głównego węzła wyrobisk uniemożliwia stworzenie jej precyzyjnego odwzorowania kartograficznego (rys. 2). Forma ta jest jednak wyraźnie czytelne w oparciu o porównanie orientacji foliacji i powierzchni kontaktowych odmian litologicznych w poszczególnych partiach wyrobiska. Zarówno w częściach przywejściowych, jak i w rejonie tamy mamy do czynienia ze zbliżonym do południkowego układem tych struktur, natomiast w partii centralnej – jak wspomniano wyżej – wykazują one orientację równoleżnikową, co można interpretować jako rezultat obecności przegubowej partii fałdu. Należy zaznaczy, że struktura ta ma prawdopodobnie rozmiary kilkakrotnie mniejsze od najmniejszych fałdów przedstawionych w opracowaniu Cwojdzińskiego (1976, 1977), jednak doskonale wpisuje się w znany z literatury obraz budowy tektonicznej przedstawiony w rozdz. 3.1 (por. rys. 1).

W wielu punktach charakteryzowanej trasy turystycznej obserwować można różnorodne mezostruktury fałdowe. Są to zarówno fałdy szeroko- jak i wąskopromienne, o zróżnicowanym pochyleniu, wergencji, rozmiarach i orientacji osi (rys. 4). Za wyjątkowo ciekawe uznać można zespoły pasożytniczych fałdków dysharmonijnych, wykształconych w łupkach blastomylonitycznych, w sąsiedztwie leptytów zdeformowanych w postaci fałdów szerokopromiennych (rys. 4a). Interesującymi zjawiskami są też deformacje fałdowe utworzone w wyniku działania stref dyslokacyjnych (np. rys. 4b).

Badane wyrobiska umożliwiają obserwację kilkudziesięciu rozmaitej skali uskoków i szerszych stref dyslokacyjnych. Największe z nich to rozległe strefy deformacji o miąższości do kilku metrów, charakteryzujące się obecnością zespołu nieregularnych powierzchni przemieszczeń i dużej ilości mączki uskokowej. Najważniejsze z nich udokumentowano w najdalszej opisywanej części sztolni Gertruda oraz w odległości 160 i 250 m. od wlotu sztolni Czarnej Dolnej (por. rys. 2, 3). Położenie dyslokacji w drugim z wymienionych wyrobisk jest zbieżne z przebiegiem uskoków znaczonych na mapie Sawickiego (1959). Strefy te formowały się w różnych warunkach fizycznych – od duktylnych do całkowicie sztywnych, co świadczy o różnym czasie ich powstania.

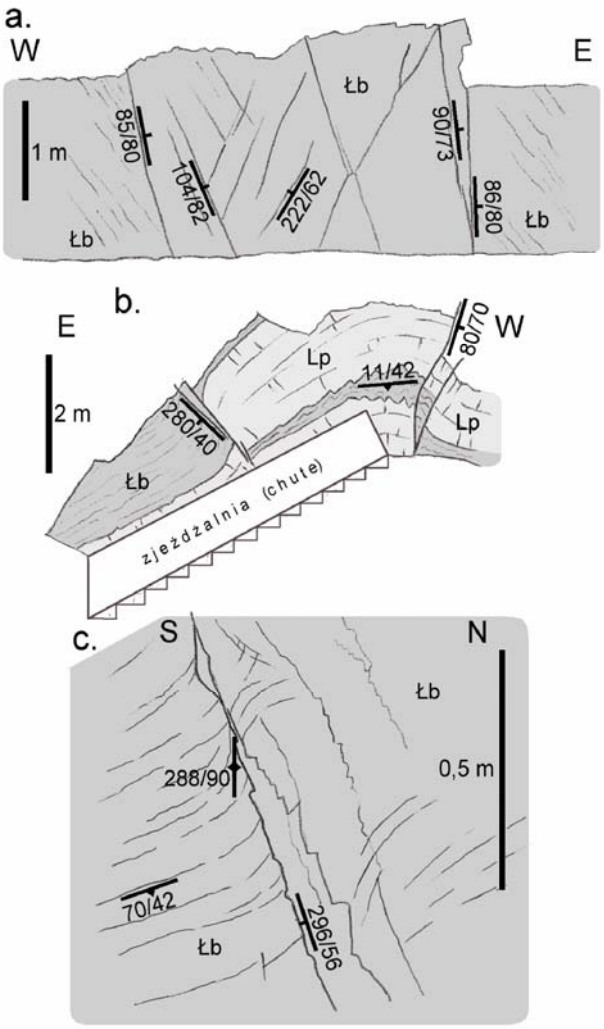
Mniejsze uskoki wykazują bardzo zmienne amplitudy, miąższości stref przemieszczeń (od pojedynczych milimetrów), orientację i charakter powierzchni. Dostępne do obserwacji są m. in. lustra tektoniczne, rysy ślizgowe, czy poddarcia przyuskokowe (rys. 5). W obrębie wspomnianych wyżej szerokich stref dyslokacyjnych występują



Rys. 4. Przykłady struktur tektonicznych ciągłych na podziemnej trasie turystycznej w Złotym Stoku, a – szerokopro-mienne i dysharmonijne fałdy w leptycie i blastomylonitycznym łupku łyszczykowym, b – fałd izoklinalny, c – deformacje fałdowe w obrębie strefy dyslokacyjnej, d – fałd śródfoliacyjny; 1 – orientacja foliacji, 2 – orientacja powierzchni kontaktowych, 3 – orientacja powierzchni uskokowych, Łb – blastomylonityczne łupki łyszczykowe, Lp – leptyty (lokalizacja – patrz rozdz. 5)

Fig. 4. Examples of the fold structures in underground tourist rout in Złoty Stok; a – broad fold and disharmonic folds in leptite and blastomylonitic mica schists, b – isoclinal fold, c – folds in a dislocation zone, d – intra-foliation fold; 1 – foliation, 2 – contact surfaces, 3 – surfaces of faults, Łb – blastomylonitic mica schists, Lp – leptites (location – see chapter 5)

niekiedy zespoły drobnych uskoków podrzędnych (rys. 5a). Uskoki różnej wielkości tworzą często trudne do interpretacji wzajemnie przecinające się zespoły przemieszczeń, strefy uskokowe cechuje bardzo zmienny przebieg i miąższość, wskutek czego niekiedy nawet znaczne struktury tego rodzaju są widoczne na jednym ociosie, zaś na przeciwległym nie są zauważalne.



Rys. 5. Przykłady uskoków widocznych na podziemnej trasie turystycznej w Złotym Stoku, a – szeroka strefa dyslokacyjna z uskokami podrzędnymi, b – zespół uskokowo-fałdowy, c – podgięcia przyuskokowe (objaśnienia – jak na rys. 4; lokalizacja – patrz rozdz. 5)

Fig. 5. Examples of faults in underground tourist rout in Złoty Stok, a – broad dislocation zone with secondary faults, b – a set of faults and fold structures, c – folds as a result of fault formation (explanations – as on fig. 4; location – see chapter 5)

4.3. Inne elementy budowy geologicznej

Na trasie turystycznej nie są dostępne do obserwacji *in situ* wystąpienia mineralizacji rudnej. W trakcie prac terenowych na wyraźne przejawy okruszcowania natknięto się jednak w sztolni Czarnej Dolnej, w najwyższej części komory utworzonej w wyniku przebrania zawału (w odległości ok. 325m od wlotu wyrobiska).

W wyrobiskach udostępnionych w ramach podziemnej trasy turystycznej możliwe do obserwacji są również zjawiska związane z zawodnieniem górotworu. Ciągłe, intensywne dopływy następują z głębszych partii sztolni Gertruda oraz spod wodospadu i z bocznego wyrobiska sztolni Czarnej Dolnej. Ponadto silne zawodnienie wykazują niektóre duże strefy dyslokacyjne (np. położona w odległości ok. 160 m od wlotu sztolni Czarnej Dolnej).

5. Propozycja trasy geoturystycznej

Przeprowadzone prace pozwalają na zaproponowanie szeregu stanowisk podziemnej trasy geoturystycznej w Złotym Stoku (por. rys. 2, 3), przedstawionych poniżej wraz z syntetycznymi opisami dostępnych do obserwacji zjawisk i struktur geologicznych. Stanowiska te są silnie zróżnicowane zarówno pod względem rozmiarów, jak i ilości widocznych tam interesujących elementów. Stanowiska ukazano w kolejności zgodnej z przebiegiem trasy turystycznej. W trakcie przygotowywania trasy geoturystycznej możliwa jest aranżacja wszystkich przedstawionych stanowisk lub tylko wybranych z nich.

Stanowisko 1 – wejście na trasę turystyczną, wlot szt. Gertruda. Tuż za odcinkiem zabezpieczonym obudową betonową możliwa jest obserwacja dwóch głównych, występujących tu odmian litologicznych – łupka i skały kwarcowo-skaleniowej, określanej w literaturze jako leptyt. Orientacja ich powierzchni kontaktowej ma wartość 100/44. W stropie przebiega niewielki uskok (356/90) przecinający i przesuwający wspomniany kontakt odmian litologicznych. Na stanowisku tym wskazane jest umieszczenie planszy ukazującej sytuację geologiczną sztolni Gertruda oraz położenie kolejnych stanowisk obserwacyjnych.

Stanowisko 2 – w odległości ok. 50m od otworu wejściowego. W stropie widoczne są, wyjątkowe na obszarze trasy turystycznej, gniazda pegmatytu kwarcowo-skaleniowego o rozmiarach ok. 10–40 cm, występujące w obrębie łupków.

Stanowisko 3 – ok. 65 m od wlotu sztolni Gertruda. Na ociosie południowym, w leptycie, doskonale widoczna wkładka łupka o miąższości do 3 m, wyklinowująca się ku spągowi. Ta prosta struktura daje możliwość przedstawienia zagadnienia pomiarów orientacji struktur tektonicznych na przykładzie foliacji w łupku.

Stanowisko 4 – ok. 95. m.b. wyrobiska. Sztolnia przecięta jest tu znaczącym uskokiem (92/42) o 60-centymetrowej szerokości strefy uskokowej. Doskonale widoczny jest negatywny wpływ dyslokacji na stabilność stropu wyrobiska (konieczność zasto-

sowania obudowy). Około 2 m wcześniej znajduje się strefa kontaktowa (90/50) leptytu i doskonale wykształconego łupka.

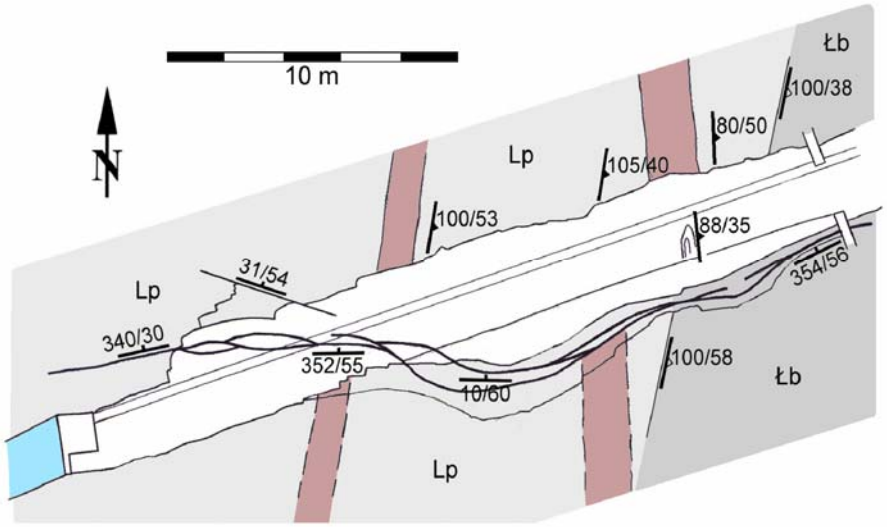
Stanowisko 5 – około 15 m ku W od skrzyżowania głównych wyrobisk szt. Gertruda, przy obudowie dawnej tamy wentylacyjnej (rys. 2, 3a). Zagadnienie deformacji ciągłych (fałdowych) w skałach metamorficznych. Nad odrzwiami widoczny szerokopromienny fałd w leptycie oraz drobne, dysharmonijne fałdy w łupku– rezultat odmiennej reakcji na te same naprężenia skał o różnej kompetencji (czyli sztywności). Stanowisko to daje możliwość przedstawienia elementów opisowej charakterystyki fałdów: długości i amplitudy oraz orientacji osi i skrzydeł. Do obserwacji dostępny również kontakt wspomnianych odmian litologicznych o zmiennej orientacji (296/35 i 356/30).

Stanowisko 6 – ok. 50 m ku W od skrzyżowania głównych wyrobisk szt. Gertruda. Szeroka strefa tektoniczna w obrębie łupków. Doskonale widoczne są zarówno obie jej granice (ok. 85/80), jak też uskoki podrzędne o przebiegu diagonalnym (skośnym) (104/82, 222/62) do granic całej strefy (rys. 5a).

Stanowisko 7 – ok. 25-metrowej długości odcinek szt. Gertruda przed tamą spiętrzającą wodę napływającą z głębi górotworu. Występuje tu zespół doskonale widocznych, różnowiekowych i różnie wykształconych stref dyslokacyjnych (rys. 2, 6). Na ścianie północnej eksponowanie są dwie strefy ścinania o cechach wskazujących na ich stary wiek. Pierwsza z nich (ok. 98/60), prawdopodobnie najstarsza, tworzyła się w okresie, gdy zespół skalny reagował plastycznie, znajdując się w warunkach wysokiej temperatury i ciśnienia. Ma ona charakter strefy ścinania podatnego o miąższości ok. 35 cm, z doskonale widocznymi fałdami dysharmonijnymi. Kolejna strefa (78/30) ma miąższość prawdopodobnie ok. 2–3 m, w jej obrębie widoczny jest szereg równoległych powierzchni (a także cienka wkładka roztartej tektoniczne ciemnej skały), wyraźnie widoczny jest również zespół skośnych do niej krótkich żyłek i rozciągniętych soczew kwarcowych (86/85), które można interpretować jako wypełnienie szczelin tensyjnych (T) utworzonych w reżimie przesuwczym „góra ku wschodowi". Obie scharakteryzowane strefy tektoniczne można uznać za zgodne z foliacją lub lekko doń skośne.

Ostatnia ze stref tektonicznych na stanowisku obserwacyjnym nr 7 jest najlepiej widoczna i dostępna do obserwacji na całej jego długości – na ociosach i stropie. Jest to struktura decydująca o specyfice tego miejsca. Strefa ta jest niewątpliwie najmłodsza, powstawała ona w okresie, gdy górotwór reagował całkowicie sztywno na pojawiające się naprężenia. Jej orientacja jest niemal prostopadła do foliacji, choć zmienia się w granicach od 340/30 do ok. 10/60. Strefa ma szerokość sięgającą 2 m i niezwykle złożoną strukturę wewnętrzną: 2–3 (a miejscami 4) powierzchnie uskokowe, wypełnione mączką uskokową przebiegają nieregularnie, przechodzą wzajemnie w siebie, nabrzmiewają lub wygasają (przy zachodnim krańcu stanowiska widoczna jest struktura typu „końskiego ogona"). Strefa tektoniczna silnie naruszyła zwięzłość skały, co spowodowało odpadnięcie od stropu bloków skalnych i zdecydowane zwiększenie

wysokości tego odcinka wyrobiska. W sensie geologicznym dyslokacja ta wykazuje znaczącą dekstralną (prawoskrętną) składową przesunięcia, co można zaobserwować na przykładzie przeciętej powierzchni kontaktowej łupków i leptytów (rys. 6).



Rys. 6. Stanowisko obserwacyjne nr 7 trasy geoturystycznej; kolorem czerwonym zaznaczono stare strefy dyslokacyjne, czarne linie – przebieg najmłodszej strefy dyslokacyjnej na ociosach i stropie, pozostałe objaśnienia jak na rys. 4

Fig. 6. The 7th point of a geotourist rout; red colour – old dislocation zones, black lines – the youngest dislocation zone on the walls and roof, other explanations – as on fig. 4

Ponadto, w stropie początkowej (wschodniej) części wyrobiska, obserwować można symilarny fałd leżący o przybliżonej orientacji foliacji na skrzydłach 88/35 i osi zapadającej pod umiarkowanym kątem ku wschodowi (rys. 4b). Stanowisko kończy się tamą spiętrzającą wodę intensywnie napływającą z głębi górotworu, sztolnia Gertruda pełni bowiem funkcję wyrobiska drenującego górnicze pola Zachodnie i Góry Sołtysiej dawnej kopalni rud złota i arsenu.

Stanowisko 8 – środkowy odcinek chodnika nadpoziomowego w sztolni Gertruda, tzw. Chodnik Śmierci. Poruszając się zgodnie z kierunkiem oprowadzania wycieczek, w odległości ok. 20 m od schodów wejściowych, mijamy strefę kontaktu leptytów i łupków o charakterze przejściowym. Początkowo w leptytach pojawiają się soczewy i przewarstwienia łupków, stopniowo na przestrzeni kilku metrów, proporcje udziału obu odmian litologicznych ulegają odwróceniu. Za zakrętem (przy zjeżdżalni), na południowym ociosie, odsłania się szereg interesujących struktur tektonicznych (rys. 5b). Są to przede wszystkim drobne uskoki tnące zespół łupkowo-leptytowy, umożliwiające łatwe zapoznanie się z elementami takich struktur. Orientacja biegu powierzchni uskokowych jest niemal identyczna, natomiast azymuty upadu przeciwne (280/40 i 80/78).

W obu przypadkach możliwe jest określenie amplitudy przesunięcia, wynoszącej ok. 50 cm dla uskoku zachodniego i 120 cm dla wschodniego. Doskonale widoczne poddarcia przyuskokowe jednoznacznie wskazują zwrot przemieszczeń. Wypiętrzeniu w warunkach kompresyjnych uległ środkowy z widocznych bloków tektonicznych, a o działaniu naprężeń zgniatających górotwór na kierunku zbliżonym do E–W świadczą również fałdowe deformacje wkładki łupkowej w pobliżu zachodniego uskoku.

Stanowisko 9 – w odległości ok. 12 m ku E od połączenia się chodnika nadpoziomowego z chodnikiem wyjściowym trasy turystycznej w sztolni Gertruda. Widoczna jest doskonale wykształcona strefa uskokowa (72/46) o miąższości ok. 1,5 m przebiegająca w obrębie łupków, w pobliżu kontaktu z leptytami. W obrębie strefy tektonicznej widoczne są podrzędne powierzchnie uskokowe oraz deformacje fałdowe wskazujące na zrzutowy charakter tej dyslokacji (zrzucone skrzydło wschodnie; rys. 4c).

Stanowisko 10 – sztolnia Czarna Górna, przy wlocie. Widoczne rozległe wystąpienia dolomitycznego wapienia krystalicznego) w postaci soczew i budin otoczonych ciemną, silnie zaangażowaną tektonicznie skałą (serpentynit). Zagadnienie odmiennej reakcji różnych skał na naciski – budinaż oraz współwystępowanie fałdów szerokopromiennych (wapień) i dysharmonijnych (łupki). Na stanowisku tym wskazane jest umieszczenie tablicy ukazującej budowę geologiczną i układ stanowisk obserwacyjnych w sztolni Czarnej.

Stanowisko 11 – sztolnia Czarna, przy wodospadzie. Silnie stektonizowany zespół soczew i ławic wapienia krystalicznego – widoczne fałdy szerokopromienne i ciągnione. Po lewej, naprzeciwko wodospadu – powierzchnie poślizgu z pionowymi rysami ślizgowymi, świadczące o zrzutowym charakterze przemieszczeń. Na ścianie wschodniej widoczny drobny uskok (80/70), stanowiący granicę zespołu węglanowego i łupkowego. Intensywny dopływ wody.

Stanowisko 12 – główne wyrobisko szt. Czarnej Dolnej, ok. 3 m poza trasą turystyczną (rys. 3). W leptycie widoczny niewielki fałd śródfoliacyjny o kierunku upadu osi ok. 178/10 (rys. 4d).

Stanowisko 13 – przebrany zawał w sztolni Czarnej Dolnej, przy południowym końcu odcinka zabezpieczonego obudową ŁP. Zawał powstał w strefie przecięcia wyrobiska przez duży uskok o orientacji ok. 256/46. Mimo utrudnionych warunków obserwacji widoczna jest ok. 30-centymetrowej miąższości strefa wypełniona druzgotem skalnym i charakterystyczną, jasną mączką uskokową. Zniszczenie zwięzłości skały (odpadanie bloków skalnych od stropu) spowodowało powstanie rozległej komory o wysokości ok. 6 m i długości sięgającej 30m. Najciekawsze zjawiska występują w najwyższej części komory oraz w zachowanej tam resztce innego wyrobiska górniczego, położonego ok. 5 m ponad poziomem sztolni Czarnej Dolnej – są więc niedostępne dla wycieczek, ale niewątpliwe warte przybliżenia na odpowiedniej tablicy. Występuje tam bowiem wkładka krystalicznego wapinia dolomitycznego na granicy zespołu łupkowego i leptytów, a także przejawy bogatego okruszcowania löllin-

gitowego. Atrakcją tego stanowiska powinien stać się większy blok skalny z dostępną do obserwacji mineralizacją.

Stanowisko 14 – ok. 270 m od wlotu sztolni Czarnej Dolnej, przy zawalonym wyrobisku biegnącym ku wschodowi (rys. 3). Wyraźny tektoniczny kontakt leptytów i łupków– uskok o orientacji 64/55. W otoczeniu obserwuje się różny układ foliacji w leptytach (60/65 – niemal zgodny z powierzchnią uskoku) i łupkach (100/60). Uskok ma charakter wąskiej strefy (2–3 cm) wypełnionej szarą mączką uskokową.

Stanowisko 15 – charakterystyczne rozszerzenie sztolni Czarnej Dolnej w odległości ok. 160 m od wlotu. Rozległa strefa uskokowa o miąższości sięgającej 5 m, o nieregularnym przebiegu 2–3 powierzchni przemieszczeń wypełnionych mączką uskokową. Biorąc pod uwagę jej orientację (20/50, 46/48) może ona stanowić przedłużenie najmłodszej strefy tektonicznej obserwowanej na stanowisku 7. Położenie obserwowanej tu strefy tektonicznej odpowiada też w przybliżeniu przebiegowi uskoku znaczonego na Szczegółowej mapie geologicznej Sudetów, ark. Kamienica (Sawicki, 1959). Forma tej dyslokacji może więc być reprezentatywna dla szeregu takich struktur (głównie o przebiegu ENE–WNW do E–W), kreślonych w północnej części strefy dyslokacyjnej Złoty Stok–Skrzynka przez szereg autorów (Sawicki, 1959; Cwojdziński, 1976; Wojciechowska, 1993).

Stanowisko 16 – drobny uskok w odległości ok. 45 m od wlotu sztolni Czarnej Dolnej. Orientacja powierzchni uskokowej, lepiej widocznej na zachodnim ociosie wyrobiska, ma wartość 296/56. Wypełniona mączką uskokową strefa ma szerokość ok. 2 cm. W jej bezpośredniej bliskości obserwować można szkolny przykład podgięć przyuskokowych – foliacja łupka zmienia się z 70/42 (penetratywna) do 288/90 (przy uskoku) (rys. 5c).

6. Podsumowanie i wnioski

Przedstawiono propozycję trasy geoturystycznej możliwej do zorganizowania w obrębie istniejącej podziemnej trasy turystycznej „Kopalnia Złota w Złotym Stoku". Merytorycznie uzasadnione jest zagospodarowanie co najmniej 16 (opisanych w tekście) stanowisk obserwacyjnych, prezentujących zmienność litologiczną górotworu i różnorodne strefy kontaktowe odmian skalnych, olbrzymie zróżnicowanie zjawisk tektonicznych (fałdowych, a zwłaszcza uskokowych), mineralizację rudną oraz elementy hydrogeologii. Jednocześnie możliwe jest prezentowanie zagadnień z zakresu szeroko rozumianej techniki górniczej – zależności stanu skały i stabilności górotworu od struktur geologicznych, zagrożenia wodnego, technologii zabezpieczania wyrobisk itd.

Na poszczególnych stanowiskach wskazane jest umieszczenie odpowiednich tablic ukazujących szczegółowo elementy budowy geologicznej przedstawione w artykule, a także szereg dalszych faktów. Niezbędnym elementem wydają się być odpowiednie mapy geologiczne i przekroje oraz dokumentacja rysunkowa i fotograficzna wskazują-

ca, niekiedy niewidoczne dla niewprawnego obserwatora, zjawiska. Treść tablic może być dostosowana zarówno do poziomu wiedzy szerszego odbiorcy, jak i do poziomu kształcenia geologicznego.

W przyszłości opisywana podziemna trasa turystyczna może być łatwo rozszerzona o stanowiska obserwacyjne położone w głębszych partiach sztolni Gertruda (na odcinku pokonywanym za pomocą łodzi i dalej), Czarna Górna (w rejonie obecnie niedostępnych dla zwiedzających wyrobisk jej najwyższego poziomu) oraz Czarna Dolna (za udrażnianym obecnie zawałem w głębi górotworu). W podobny sposób udokumentować i przygotować do wykorzystania geoturystycznego można Sztolnię Książęcą, wyrobisko w północnej części pola góry Haniak, nieformalnie nazywane Sztolnią przy drodze (wlot w rowie szosy Złoty Stok–Lądek Zdrój) oraz, zbadaną wstępnie dzięki pracom udostępniającym przeprowadzonym przez Wojciecha Miśtę i Roberta Nowakowskiego (członków Studenckiego Koła Naukowego „GÓRNIK" Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej), sztolnię Nową (in. – Nad Biurem lub Konfliktowa).

Zdaniem autorów organizacja podziemnych tras geoturystycznych jest wskazana, a wręcz konieczna, w praktycznie wszystkich podziemnych obiektach turystycznych Dolnego Śląska. Co ważne specyfika budowy geologicznej naszego regionu pozwoli na ukazywanie w niemal każdym z nich innego zespołu ciekawych zjawisk i struktur geologicznych. Warunkiem odpowiedniego, wartościowego wykorzystania tych obiektów jest rzetelne ukazywanie zagadnień geologicznych, w oparciu o odpowiednio przygotowane i wyeksponowane materiały dydaktyczno-edukacyjne.

Dotychczasowe doświadczenia autorów wskazują ponadto, że w przypadku niektórych podziemnych tras turystycznych wykonanie szczegółowych zdjęć geologicznych oraz charakterystyki występujących tam zjawisk i struktur może pozwolić na opisanie i formalne zatwierdzenie geologicznych stanowisk dokumentacyjnych o dużym znaczeniu naukowym (Sienicka & Zagożdżon, 2010). W przypadku opisywanego obiektu najbardziej atrakcyjna z tego punktu widzenia wydaje się koncentracja różnorodnych stref dyslokacyjnych.

Literatura

1. CWOJDZIŃSKI S., *Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25000, ark. Złoty Stok*. Wyd. Geol. 1976.
2. CWOJDZIŃSKI S., *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów, Ark. Złoty Stok*. Wyd. Geol. Warszawa. 1977.
3. CYMERMAN Z., *Lewoskrętna strefa ścinania Złoty Stok – Trzebieszowice w Górach Złotych* [w:] Góry Złote – geologia, okruszcowanie, ekologia. Mat Konf. Nauk., 1995.
4. DON J., *Góry Złote i Krowiarki jako elementy składowe metamorfiku Śnieżnika*. Geol. Sud. 1. 1964.
5. DZIEDZIC K., KOZŁOWSKI S., MAJEROWICZ A., SAWICKI L. (red.), *Surowce mineralne Dolnego Śląska*. Ossolineum. Wrocław. 1979.
6. KOWALSKI W., *Minerały kruszconośne ze Złotego Stoku (Dolny Śląsk)*. Pr. Miner. Kom. Nauk Min. PAN Oddz. w Krakowie nr 16. 1969.

7. KOZŁOWSKA-KOCH M., *Polimetamorfity strefy tektonicznej Złoty Stok-Skrzynka w Sudetach*. Geol. Sud. vol. VIII. 1973, 121–158.
8. LIS J., SYLWESTRZAK H., *Minerały Dolnego Śląska*. Wyd. Geol. Warszawa. 1986.
9. LUBIENIECKI W., MAGIERA W., *Zagospodarowanie turystyczne obiektów górniczych byłej kopalni złota w Złotym Stoku* [w:] *Geologia, Okruszcowanie, Ekologia.,* Mat. Konf., Drukarnia U.Wr. 1995, 121-123.
10. MIKOŚ T. (red.), *Złoty Stok. Najstarszy ośrodek górniczo-hutniczy w Polsce*. Wyd. AGH. Kraków, 2009.
11. MIKULSKI S.Z., *Złoto z kamieniołomu Złoty Jar k. Złotego Stoku (Sudety)*. Przeg. Geol. Vol. 44, nr 12. Warszawa. 1996, 1205-1210.
12. MUSZER A., *Góry Złote – Problem serpentynitów i serpentynizacji w Górach Złotych* [w:] *Geologia, Okruszcowanie, Ekologia.,* Mat. Konf., Drukarnia Uniw. Wr. 1995, 29–32
13. MUSZER A., *Góry Złote – Geneza okruszcowania skał w Górach Złotach.* [w:] *Geologia, Okruszcowanie, Ekologia.,* Mat. Konf., Drukarnia U.Wr. 1995, 52–56.
14. *Plan bezpiecznego prowadzenia robót i prawidłowej gospodarki złożem kop. Złoty Stok na okres od 1.1.1958 do 31.12.1958*. Kop. Arsenu „Złoty Stok" Przeds. Państw. 1957 (bez autora; z archiwum podziemnej trasy turystycznej „Kopalnia Złota w Złotym Stoku").
15. PRZENIOSŁO S. (red.), *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2004*. Wyd. PIG. Warszawa. 2005.
16. RZESZUT E., *Budowa geologiczna NE części złoża rud arsenu i złota w Złotym Stoku na podstawie profilowania sztolni Czarna i Gertruda* (praca dypl.). Arch. Polit. Wr. 2009.
17. SAWICKI L., *Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25000, ark. Kamienica*. Wyd. Geol. 1956.
18. SIENICKA K., ZAGOŻDŻON P.P., *Szczegółowe zdjęcie geologiczne obiektu „Osówka" (kompleks „Riese" – Góry Sowie)* [w:] Zagożdżon P.P., Madziarz M. (red.), *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury. Tom III*. Ofic. Wyd. Polit. Wr. 2010.
19. SŁOMKA T., KICIŃSKA-ŚWIDERSKA A., *Geoturystyka – podstawowe pojęcia*. Geoturystyka 1. 2004.
20. SZUMSKA E., LORENC M.W., *Renesans kolejki wąskotorowej w „Kopalni Złota" w Złotym Stoku*. [w:] Zagożdżon P.P., Madziarz M., *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*. Ofic. Wyd. Polit. Wr. 2008, 273–284.
21. WOJCIECHOWSKA I., *Budowa geologiczna i tektoniczna Gór Złotych i Krowiarek jako tło rozwoju mineralizacji rudnej (Ziemia Kłodzka, Sudety)*. Acta Univ. Wrat. 1412, Pr. Geol.-Min. XXXIII. 1993, 5–133.
22. WOJCIECHOWSKA I., *Budowa geologiczna NE części Ziemi Kłodzkiej tło mineralizacji rudnej*. [w:] *Geologia, Okruszcowanie, Ekologia.,* Mat. Konf., Drukarnia Uniw. Wr. 1995, 7-10.
23. ZAGOŻDŻON K., ZAGOŻDŻON P.P., *Dawne i współczesne procesy geologiczne w Sztolni nr 3 w Marcinkowie* [w:] Zagożdżon P.P., Madziarz M. (red.), *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*. Tom 2. Ofic. Wyd. PWr., 2009.

UNDERGROUND GEOTOURIST ROUT IN "GOLD MINE IN ZŁOTY STOK" – A PROPOSAL

In the paper a suggestion of underground geoturist route in the former arsenic and gold mine in Złoty Stok has been presented. Geological studies brought about a detailed description of sixteen observation posts. It enabled to show variety of petrological and hydrogeological phenomena, tectonic structures and also various elements of art of mining. The creation of the proposed underground tourist route will provide the opportunity popularization of geological knowledge and also geology education.