

# GEOLOGICZNE UWARUNKOWANIA EKSPLOATACJI ZŁOŻA RUD NIKLU „SZKLARY I”

## GEOLOGICAL CONDITIONS OF MINING EXTRACTION OF „SZKLARY I” NICKEL ORE DEPOSIT

Agata Zielińska, Malwina Kobylańska – KGHM CUPRUM Sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Wrocław

*W związku z nowymi możliwościami technologicznymi wzbogacania rudy niklu metodami hydrometalurgicznymi pojawiły się plany wznowienia eksploatacji złóż tej rudy w masywie serpentynitowym Szklar, na Dolnym Śląsku. Wraz z nimi powróciły zagadnienia uwarunkowań geologicznych wydobywania. W roku 2006 spółka KGHM Polska Miedź S.A. uzyskała koncesję na rozpoznanie złoże „Szklary I”, wydzielonego w obrębie złoże „Szklary” – Obszar Szklana Góra. Rozpoznanie to zostanie zakończone wykonaniem dokumentacji geologicznej złoże w kategorii C<sub>1</sub>. Ze względu na możliwość przerobu rudy o zawartości 0,3% niklu dla złoże „Szklary I” ustalono indywidualne kryteria bilansowości.*

*Najważniejszymi czynnikami geologicznymi mającymi wpływ na warunki eksploatacji są: głębokość występowania złoże wraz z budową nadkładu i stosunkiem grubości nadkładu do miąższości złoże, warunki hydrogeologiczne oraz warunki geologiczno-inżynierskie [10]. Warunki te zostały w opracowaniu wstępnie scharakteryzowane.*

*In accordance to new technological possibilities of nickel ore enrichment with hydrometallurgical methods, there are plans to restart exploitation of that ore in serpentinite massif of Szklary, Lower Silesia. Issues of geological conditions of mining extraction came back with these plans. In 2006 KGHM Polska Miedź S.A. obtained exploration concession for “Szklary I” deposit, which is contained in the area of “Szklary” – Obszar Szklana Góra deposit. Exploration results will be presented in geological documentation of the “Szklary I” deposit. Due to ability of processing ore with 0,3 % nickel grade for the “Szklary I” deposit individual balance criteria were settled.*

*The most important geological conditions of mining extraction are: the depth of the deposit with the structure of the overburden and relation between thickness of the overburden and of the ore body, hydrogeological and geological-engineering conditions. These were shortly characterized in the article.*

### Wstęp

W Sudetach oraz na ich przedpolu zlokalizowanych jest kilka wystąpień skał serpentynitowych. Do najważniejszych z nich należą: masyw Szklar, masyw Braszowice-Grochowa, masyw Gogołów-Jordanów oraz masyw Sobótki [14]. Złoże rudy niklu „Szklary I” jest wydzielonym fragmentem złoże „Szklary”, położonego w obrębie masywu serpentynitowego Szklar. Należy ono do typu złóż wietrzeniowych i jest genetycznie związane z przeobrażonymi w serpentynity zasadowymi skałami magmowymi. Złoże „Szklary” jest jedynym większym złożem rud niklu w Polsce.

W związku z nowymi możliwościami technologicznymi wzbogacania rud niklu metodami hydrometalurgicznymi otworzyły się możliwości eksploatacji złóż, zaniechanych ze względów nierentowności wydobywania. Takim właśnie złożem może być złoże rud niklu w Szklarach.

W roku 2004 złożem w Szklarach zainteresowała się spółka KGHM Polska Miedź S.A., która w roku 2006 uzyskała koncesję na rozpoznanie obszaru złoże „Szklary I”. Rozpoznanie zostanie zakończone wykonaniem dokumentacji geologicznej złoże w kategorii C<sub>1</sub>.

W związku z zaistniałą możliwością przerobu rudy o zawartości 0,3% niklu dla złoże „Szklary I” ustalono indywidualne kryteria bilansowości, na co zezwolił Minister Środowiska pismem z dnia 19.03.2008 r.

Zmienione parametry wartości brzeżnych wynoszą:

- minimalna zawartość niklu (Ni) w próbkach konturujących

złoże – 0,3%,

- minimalna średnia ważona zawartości niklu (Ni) w profilu złoże wraz z przerostami – 0,3%,
- minimalna zasobność złoże (Ni) – 20 kg/m<sup>2</sup>.

Brzeżna wartość parametru maksymalnej głębokości dokumentowania pozostaje zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni.

Wraz z planami wydobywczymi powróciły zagadnienia uwarunkowań geologicznych eksploatacji rudy niklu. Dokładne określenie warunków geologicznych występowania złoże umożliwi właściwe oszacowanie jego zasobów wraz z ich optymalnym wykorzystaniem, co w efekcie wpływa również na korzystne wyniki ekonomiczne eksploatacji. Ma ono również wpływ na bezpieczeństwo wydobywania [15].

### Lokalizacja złoże

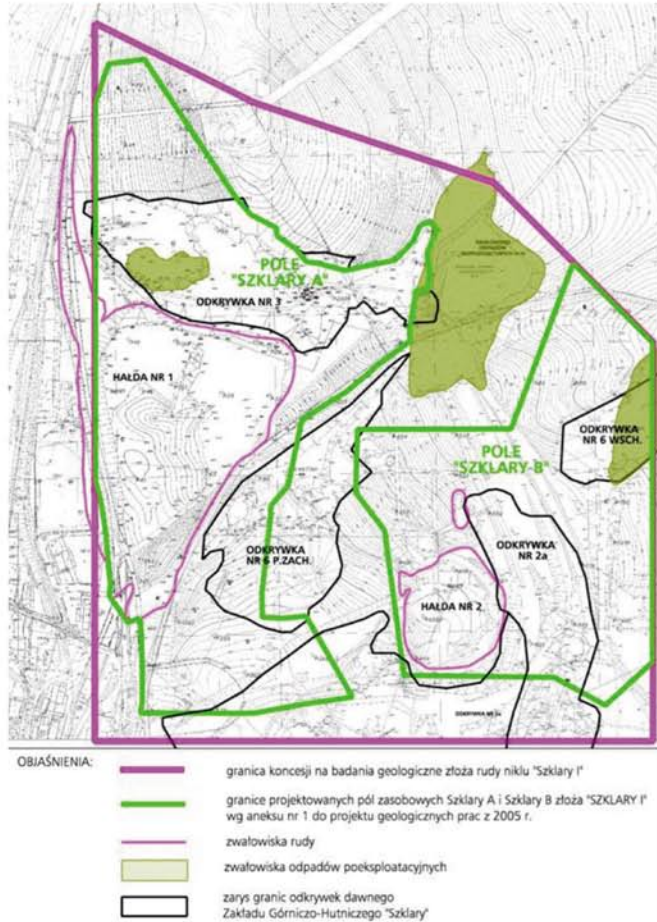
Administracyjnie obszar złoże „Szklary I” położony jest w północnej części gminy Ząbkowice Śląskie, na terenie powiatu ząbkowickiego, w województwie dolnośląskim [5], przy trasie krajowej nr 8 Wrocław – Kłodzko, ok. 5 km na południe od Niemczy. Złoże znajduje się w obrębie ciągu wzniesień wzgórz Koźmicko-Szklarskich [5] o przebiegu N-S wznoszących się około 80 m ponad otaczający teren [12]. Wzgórzka te rozciągają się na długości około 6,5 km od miejscowości Koźmice na północy poprzez Szklary-Hutę, aż po miejscowość Bobolice na południu.

Wychodnie serpentynitów wraz ze zwierzeliną ciągną



się w pasie o szerokości 200-400 m w częściach północnej i południowej, a sięgającej do 1,5 km w części środkowej (rys. 2) [5]. W obrębie tych wzgórz zlokalizowane jest złożo rudy niklu „Szklary”, które zbudowane jest z trzech obszarów zasobowych:

- „Wzgórze Koźmickie” – pole północne,
- „Obszar Szklana Góra” – pole środkowe,
- „Wzgórze Siodłowe” – pole południowe.



Rys. 1. Mapa sytuacyjna obszaru złoża „Szklary I”  
Fig. 1. Topographic map of the „Szklary I” deposit area

Złożo „Szklary I” jest wydzielonym fragmentem złoża „Szklary” i zlokalizowane jest w północnej części „Obszaru Szklana Góra”, a jego powierzchnia w granicach koncesyjnych wynosi 0,32 km<sup>2</sup>. W obrębie złoża „Szklary I” zlokalizowane są dwa zwałowiska poeksploatacyjne rudy niklu (hałda nr 1 i nr 2) oraz fragmenty odkrywek: nr 3, nr 2a i nr 6 zach. i wsch. (rys. 1). Granice złoża będą w profilu pionowym granicami umownymi – zostaną wyznaczone na podstawie kryteriów bilansowości, natomiast granice poziome będą wyznaczone sztucznie i ograniczone do obszaru koncesyjnego.

## Historia eksploatacji

Złożo w Szklarach było obiektem zainteresowań poszukiwaczy chryzoprazu oraz opali i chalcodonów już od XVIII wieku [12]. Właściwe złożo rud niklu zostało odkryte w latach osiemdziesiątych XIX wieku przez inżyniera górnika A. Reitscha, który odnalazł podobieństwa do innych złóż tego pierwiastka w Nowej Kaledonii [10]. Rozpoczęto eksploatację podziemną rud bogatych. Eksploatacji zaprzestano w roku

1920, po zmniejszeniu zapotrzebowania na nikiel w okresie powojennym.

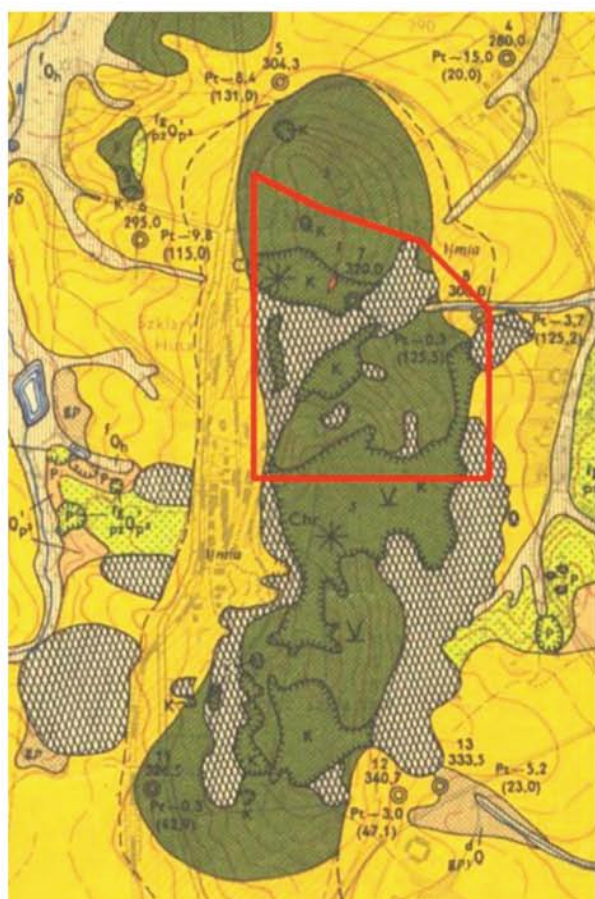
W roku 1935 w najbogatszym „Obszarze Szklana Góra” wydobywanie wznowiono, a hutę przystosowano do przetwarzania rudy o zawartościach poniżej 1%, wydobywanej już jedynie metodą odkrywkową. W celu zwiększenia efektywności wydobycia w latach 1935 - 1938 wykonano rozpoznawcze badania geologiczne, obejmujące swoim zakresem wykonanie szybików badawczych w zróżnicowanej siatce 100 x 150 m (miejscami 200 x 200 m), jednak tylko do głębokości średniej 15 m. W wielu miejscach nie rozpoznano więc całego profilu złoża [5]. W roku 1945 eksploatacja ponownie została wstrzymana, aż do wznowienia w roku 1950, kiedy to utworzono „Zakłady Górniczo-Hutnicze Szklary”. W trakcie eksploatacji w latach 1952 - 1957 na potrzeby rozpoznania złoża głębiono szybiki przed frontem ścian wydobywczych. Stwierdzono wtedy również występowanie w obrębie złoża żył magnezytowych, dlatego też w latach 1954 - 1957 wykonano łącznie 20 otworów poszukiwawczych za tym surowcem oraz sporządzono dokumentację geologiczną [5].

W latach 1957 - 1964 rozpoczęto rozpoznawanie złoża niklu przy pomocy wierceń obrotowych „na sucho” w siatce otworów 70 x 100 m do głębokości serpentynitu niezwiertzałego [5]. W ramach tych badań odwiercono na całym obszarze 385 otworów badawczo-poszukiwawczych, o średniej głębokości 20 - 40 m [13]. Na podstawie wyników tych badań Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie opracowało trzy dokumentacje geologiczne w kat. B i C<sub>1</sub>: dla „Obszaru Szklana Góra”, dla „Wzgórza Siodłowego” oraz dla „Wzgórza Koźmickiego”. W obszarach pól „Wzgórze Koźmickie” i „Wzgórze Siodłowe” nie podjęto eksploatacji, która prowadzona była jedynie w „Obszarze Szklana Góra”, aż do zamknięcia zakładów górniczych w 1983 r. Po zlikwidowaniu obszaru i terenu górniczego odkrywki poddano pracom rekultywacyjnym, jednak prace te nie zostały zakończone i na stan obecny żadna odkrywka nie została ostatecznie zasypana, ani zrehabilitowana.

W roku 2004 złożem w Szklarach zainteresowała się spółka KGHM Polska Miedź S.A., a w roku 2005 KGHM CUPRUM Sp. z o.o. otrzymało zlecenie na wykonanie „Projektu geologicznych prac badawczych złoża rudy niklu Szklary I” [5] w celu szczegółowego rozpoznania obszaru koncesyjnego „Szklary I” oraz wykonania dokumentacji geologicznej tego złoża w kategorii C<sub>1</sub>.

Realizacja prac geologicznych planowana była w dwóch etapach, jednak ze względu na bardzo skomplikowaną budowę ewentualnych pól zasobowych, z których część ma pochodzenie antropogeniczne (zwałowiska poeksploatacyjne), część zalega naturalnie w dnach starych wyrobisk, a część położona jest poza obszarem dotychczasowej działalności górniczej, zdecydowano na podstawie „Aneksu nr 1 do Projektu geologicznych prac badawczych na obszarze złoża rud niklu „Szklary I” (do kategorii C<sub>1</sub>)” [6] na wykonanie III etapu prac rozpoznawczych. W ramach ostatniego etapu zaprojektowano badania geologiczne uszczegóławiające znajomość budowy pól zasobowych oraz utworów antropogenicznych dla prawidłowego zaprojektowania eksploatacji oraz badań rudy w skali póltechnicznej w celu dobrania właściwej technologii jej przeróbki. W etapie I prac rozpoznawczych wykonano 17 otworów wiertniczych, a w etapie II - 22 otwory. W etapie III zaplanowano odwiercenie 54 otworów, prace te są obecnie realizowane.





## Objaśnienia:



Rys. 2. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów w skali 1:25 000 z zaznaczonym obszarem koncesyjnym złoża rudy nikiel „Szklary I” [1]  
Fig. 2. A fragment of Geological Map of Sudetes Mts. – scale 1:25 000 with concession area of “Szklary I” nickel ore deposit [1]

### Zarys geologii złoża

Masyw Szklar położony jest w obrębie Sudetów Środkowych, na obszarze bloku przedsudeckiego, w jednostce geologicznej zwanej strefą dyslokacyjną Niemczy [12]. Strefa ta graniczy od wschodu z krystalinikiem Wzgórz Niemczańskich, od zachodu z blokiem sowiogórskim, a od południa jest oddzielona od Gór Bardzkich uskokiem sudeckim brzeżnym [12, 5].

Strefa dyslokacyjna Niemczy zbudowana jest z mylonitów z wkładkami gnejsów, amfibolitów oraz łupków metamorficznych, poprzecinanych przez intruzywne skały granitoidowe [12]. W południowej części tej strefy, otoczony skałami metamorficznymi i zmylonitowanymi znajduje się masyw serpentynitowy Szklar (rys. 2). Poprzecinany jest on również licznymi intruzjami kwaśnych skał magmowych: aplitów, pegmatytów, rzadziej lamprofirów. Intruzje te, o niewielkich miąższościach [7] uważane są za apofizy granitoidów strefy dyslokacyjnej Niemczy [12].

Serpentynity ze Szklar powstały w wyniku procesów serpentynizacji skał ultrazasadowych: dunitów, harzburgitów oraz lherzolitów, a bardzo rzadko ortopiroksenitów [4]. W strefie przypowierzchniowej skały masywu serpentynitowego są silnie zwietrzałe. Masyw serpentynitowy ulegał wietrzeniu mechanicznemu i chemicznemu w warunkach klimatu subtropikalnego i tropikalnego w trzeciorzędzie [5]. W stropowych partiach skalnych, w warunkach utleniających, zachodziły przemiany mineralne, które doprowadziły do powstania minerałów zasobnych w nikiel: pimelitu, nontronitu i serpentynu niklowego [5]. Obserwacje terenowe oraz badania SEM wykazują, że zwietrzelnina ta posiada dobrze zachowane struktury skał ma-

cierzystych, a więc ma ona charakter *in situ* [3]. Na pokrywie zwietrzelninowej lub niezwiertzalej skale, w obrębie całego masywu, miejscami zalegają osady czwartorzędowe [3].

### Czynniki geologiczne wpływające na sposób i warunki eksploatacji

Czynniki naturalne, niezależne od człowieka, mają ogromny wpływ na sposób i warunki eksploatacji złoża. Wpływają one między innymi na prowadzenie oraz bezpieczeństwo robót górniczych, a także na osiągane rezultaty wydobywania wraz z jego oddziaływaniem na środowisko [15].

Zakres badań geologiczno-górnich warunków wydobywania powinno się dostosować do sposobu eksploatacji. W omawianym wypadku, ze względu na płytkie występowanie złoża, przewidywana jest eksploatacja odkrywkowa. Niezbędne jest zatem określenie:

- głębokości występowania złoża, budowy nadkładu, stosunku grubości nadkładu do miąższości złoża oraz jego zróżnicowania,
- powierzchniowych warunków wodnych i hydrogeologicznych w złożu i otoczeniu (na przewidywanym obszarze i terenie górniczym),
- warunków geologiczno-inżynierskich dla robót udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych.

### Budowa i forma oraz głębokość występowania złoża wraz z charakterystyką nadkładu

Rejon złoża zbudowany jest z trzech głównych kompleksów skalnych:



- a) kompleksu proterozoicznie – paleozoicznego - stanowiącego podłoże złoża,
- b) kompleksu utworów zwietrzelinowych wieku trzeciorzędowego - budujących złoża,
- c) pokrywy osadów czwartorzędowych - budującej nadkład nad złożem [5].

W kompleksie stanowiącym podłoże złoża występują: łupki krystaliczne, perydotyty, amfibolity, serpentynity oraz skały żyłowe: aplity, pegmatyty, lamprofiry: spessartyty i kersantyty. Na kontakcie serpentynitów ze skałami żyłowymi rozwinięte są strefy kontaktowe serpentynitu zmienionego o zróżnicowanej miąższości, zbudowane z minerałów talkowo-chlorytowych [12, 7]. Skała serpentynitowa jest miejscami silnie spękana, a spękania te wypełnione są żyłkami magnezytowymi oraz krzemionkowymi (opalowymi, chalcedonowymi lub chryzoprazowymi) miąższości od kilku mm do kilkudziesięciu cm [7]. Magnezyt był w przeszłości (1954-1957) eksploatowany i udokumentowany, dlatego też może być rozpatrywany jako kopalina towarzysząca rudom niklu.

**Kompleks zwietrzelin nikłonośnych** tworzy strefę złożową i zbudowany jest ze zwietrzelin czerwonej oraz szarej, z domieszkami zielonej [5].

Zwietrzelnina szara występuje zazwyczaj w głębszych partiach złoża i zawiera mniejsze niż zwietrzelnina czerwona zawartości tlenków i wodorotlenków żelaza, ze względu na mniejszy stopień utlenienia. Zwietrzelnina ta ma często zachowaną pierwotną teksturę serpentynitu oraz słabo wyraźną strukturę ziemistą. Z minerałów niklu obecne są w dużej ilości suchardyt i pimelit.

Zwietrzelnina czerwona charakteryzuje się barwą od czerwonej do brunatno-rdzawej, występuje w profilu ponad zwietrzelniną szarą i stanowi jej dalszy etap zwietrzenia. Bardzo często jest ona skrzemieniała, co nadaje jej teksturę gąbczasto-szkieletową. Najczęściej ma ona jednak strukturę ziemistą, jest sypka i krucha. Głównymi minerałami nikłonośnymi są: pimelit, nontronit i suchardyt oraz absorbujące nikiel, uwodnione tlenki żelaza.

Zwietrzelnina zielona występuje w obrębie złoża stosunkowo rzadko i bardzo nieregularnie, w formie drobnych wkładek i gniazd w obrębie pozostałych typów zwietrzelin. Jest ona zbudowana z wermikulitu, chlorytu, talku i kaolinitu, a minerałami nikłowymi są: wermikulit nikłowy, suchardyt i pimelit. Zwietrzelnina ta charakteryzuje się łuseczkowato-ziemistą strukturą i jest plastyczna w stanie wilgotnym [5].

Zróżnicowanie litologiczne serii złożowej ma wpływ na jakość kopaliny i jej cechy wytrzymałościowe oraz rzutuje na proces urabiania i przeróbki rudy.

Kompleks **pokrywy osadów czwartorzędowych** tworzą lessopodobne, silnie zapiaszczone gliny szare, rdzawe i żółte z otoczkami kwarcu i okruchami zwietrzałego serpentynitu oraz łupków krystalicznych, iły, piaski i żwiry [3, 5]. Osady te często zalegają na zwietrzelinach serpentynitów oraz są z nimi przemieszane, co powoduje trudności określeniu stropu złoża. Strop ten definiuje się po analizie wyników laboratoryjnych zawartości niklu i wydzieleniu z nich interwału złożowego. W niektórych partiach złoża nadkładem jest również część zwietrzelin o niskich, negatywnych według kryteriów bilansowości, zawartościach niklu. Miąższość partii nadkładowej złoża „Szklary I” jest bardzo zmienna, na szczytach wzgórz waha się od 0 do 1 m, a na ich skłonach wzrasta do 1 – 12 m.

Spąg zwietrzelin również jest bardzo nierówny i zmienny

na krótkich odcinkach, ze względu na zróżnicowany stopień zwietrzenia poszczególnych partii masywu [5].

Samo złożo ma skomplikowaną budowę mozaikową. Ruda wypełnia najczęściej nieregularne, kieszeniowate zagłębienia o zmiennym kształcie i rozmiarach w obrębie serpentynitów lub serpentynitów zwietrzałych [5, 12]. Strefa złożowa charakteryzuje się więc bardzo nieregularnymi miąższościami. Miąższości złoża „Szklary I”, na podstawie badań wykonanych dotychczas w ramach I do III etapu prac poszukiwawczych, sięgają do 22 m. Zawartości niklu w obrębie profilu rudy wahają się w przedziale od 0,3 % do 1 % Ni. W niektórych partiach złoża występują dwa poziomye złożowe, oddzielone (zazwyczaj kilkumetrowymi) przerostami skał płonnych. W takich wypadkach możliwość eksploatacji drugiego pokładu może być określana na podstawie przekrojów geologicznych i głębokości zalegania złoża w otworach sąsiadujących. Uwzględnienie pojawienia się stref płonnych i ich zasięgu ma znaczenie dla poprawnego oszacowania zasobów złoża.

Stosunek nadkładu do miąższości złoża (N/Z) waha się w przedziale od 0 do 2,6 w otworach bilansowych i do 5,5 w otworach pozabilansowych (na podstawie dotychczas wykonanych badań I, II i III etapu prac rozpoznawczych). Stosunek ten jest jednym z najważniejszych czynników warunkujących eksploatację na złożach odkrywkowych. Jego wartość może służyć jako dodatkowe kryterium bilansowości.

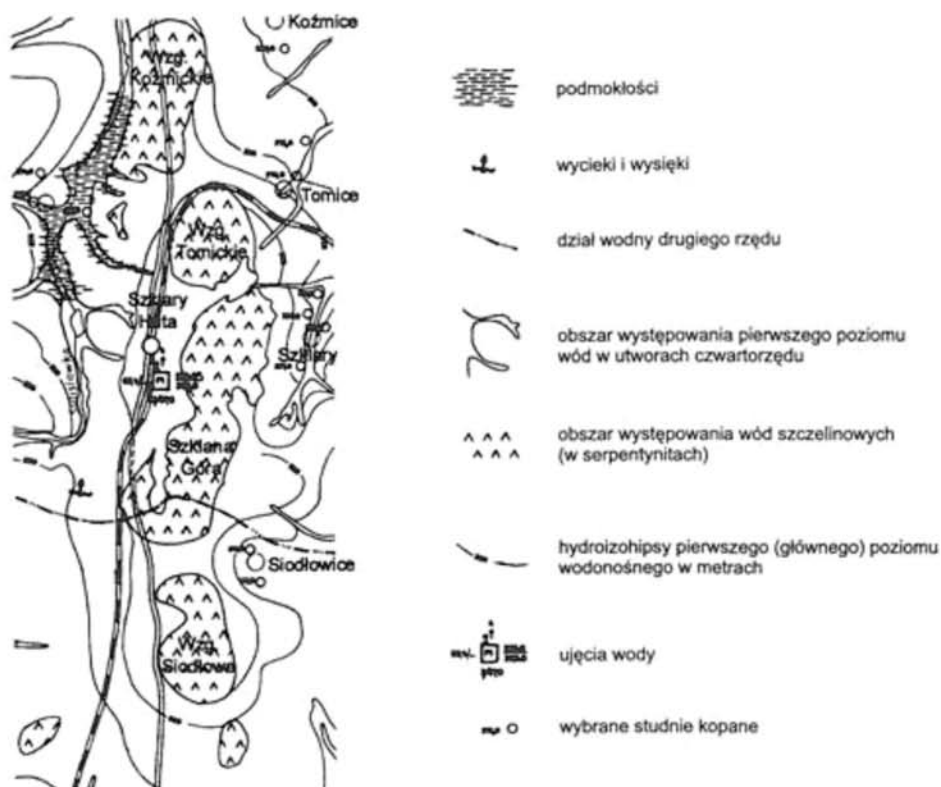
Na obszarze złoża „Szklary I” oprócz utworów naturalnych zalegają również utwory antropogeniczne w postaci dwóch zwałowisk poeksploatacyjnych zwietrzelinowych rud niklu. Według dostępnych danych, po roku 1945 była tam składowana ruda bilansowa, dlatego też zwałowiska te mogą być również rozpatrywane jako przedmiot eksploatacji. Ze względu na bardzo dużą różnorodność i przypadkowość budowy strukturalnej tych nasypów, konieczne jest szczegółowe ich rozpoznanie, w celu zapewnienia odpowiedniej jakości wydobywanego surowca. W celu ustalenia bezpiecznych warunków eksploatacji muszą być wykonane również detaliczne badania geologiczno-inżynierskie.

### **Tektonika**

Poprawne rozpoznanie tektoniki złoża ma wpływ na sposób udostępnienia złoża oraz prowadzenie bezpiecznej eksploatacji [15]. Masyw serpentynitowy Szklar położony jest w strefie głębokich rozłamów tektonicznych, powstałych na przelomie prekambriu i kambru [5]. Wtedy też obszar ten penetrowany był licznymi intruzjami skał ultrazasadowych, a następnie ulegał wielokrotnym, silnym deformacjom tektonicznym (na co wskazuje występowanie mylonitów na kontakcie gnejsów i amfibolitów [11]), a także metamorficznym. Mimo to, w obrębie masywu nie zaobserwowano wyraźnych systemów uskoku [5]. W trakcie nacisków tektonicznych, masyw ten stanowił sztywny, mocno związany blok, który uległ jedynie licznym spękanom, co ułatwiło późniejsze, trzeciorzędowe wietrzenie w strefach krzyżowania się spękań [5]. Jedynie w centralnej części masywu (Szklary-Huta), na południe od złoża „Szklary I”, badania geofizyczne (geoelektryczne) oraz terenowe, wykazały wystąpienie większej strefy dyslokacyjnej o przebiegu zbliżonym do NW-SE [2].

Granice masywu serpentynitowego Szklar oraz jego forma są trudne do zdefiniowania. Kontakt ze skałami osłony po stronie wschodniej jest nieregularny, często zazębiający się, o licznych odgałęzieniach wnikających w skały [7]. Północna





Rys. 3. Szkic hydrogeologiczny Wzgórz Szklarskich [14]  
Fig. 3. Hydrogeological sketch of Wzgórze Szklarskie area [14]

granica masywu według badań magnetycznych nie jest wyraźnie zaznaczona. W literaturze sugeruje się, że masyw Szklar może kontynuować się pod przykryciem osadów czwartorzędowych i gnejsów w kierunku północnym [7, 2]. Masyw serpentynitowy od zachodu ograniczony jest wyraźną strefą dyslokacyjną, wyznaczoną na podstawie pomiarów geoelektrycznych i magnetycznych. Orientacja foliacji w skałach całej strefy Niemczy wskazuje, że strefa ta zapada ku NNW pod blok sowiogórski [8].

#### Warunki hydrogeologiczne

Obszar złoża „Szklary” należy do lewej części dorzecza Odry i odwadniany jest przez dwa cieki II rzędu – Ślężę i Nysę Kłodzką. Północna część Wzgórz Szklarskich, z obszarem złoża „Szklary I”, odwadniana jest przez rzekę Ślężę, natomiast w części południowej wzgórz przebiega dział wodny II rzędu (rys. 3). Położenie w obrębie działu wód wpływa na niekorzystne warunki jej gromadzenia się, co jednocześnie stanowi korzystne warunki złożowe [5].

Złoże „Szklary I” jest suche i nie występują w jego obrębie cieki powierzchniowe. Najbliższy, nie nazwany ciek zlokalizowany jest w okolicy wsi Szklary, w kierunku północno-wschodnim i płynie przez wieś, wzdłuż drogi, do miejscowości Tomice.

W obszarze złoża Szklary występują dwa poziomy wód: wody szczelinowe podłoża krystalicznego oraz wody poziomu zwierzelin serpentynitowych wraz z osadami czwartorzędowymi.

Zwierzselina utworów serpentynitowych stanowi podłoże szczelinowate i przepuszcza wody opadowe w głąb, skąd przesączają się one szczelinami do starych wyrobisk podziemnych, a stamtąd częściowo przepływają do ujęcia w dawnym szybie wodnym w południowej części złoża „Szklary I” (rys. 3) [5].

Podłoże krystaliczne złoża również jest szczelinowate i

spękane, jednak spękania te nie tworzą połączonych systemów krążenia wód, co wykazały braki wypływów z licznych otworów wiertniczych oraz szybków.

Wody poziomu zwierzelin serpentynitu i osadów luźnych nie tworzą pokrywy ciągłej, ale wykazują znaczne różnice w miąższości i rozprzestrzenieniu. Poziom ten tworzy izolowane horyzonty w miejscach obniżenia skał podłoża oraz w dolinach, gdzie nastąpiła akumulacja osadów piaszczystych. Strefy te nie zagrażają potencjalnej eksploatacji odkrywkowej [5]. Zagrożeń wodnych nie odnotowano również w poprzednich latach eksploatacji odkrywkowej.

#### Warunki geologiczno-inżynierskie

Warunki geologiczno-inżynierskie eksploatacji złoża „Szklary” wraz z parametrami geologiczno-inżynierskimi skał nadkładowych, rudy i skał podłoża według dostępnych opracowań nie zostały jeszcze szczegółowo scharakteryzowane [5].

Na obszarze złoża „Szklary I” występują cztery rodzaje gruntów: antropogeniczne (zwałowiska rudy i zwałowiska po hutnicze), grunty przekształcone górnictwem, grunty nienaruszone oraz grunty objęte rekultywacją w latach 80. ubiegłego wieku. Dlatego też, dla celów eksploatacyjnych konieczne są szczegółowe badania geologiczno-inżynierskie, ocena stateczności skarp złożowych i nadkładowych oraz skarp zwałowisk poeksploatacyjnych, które to badania na obecnym etapie są w trakcie realizacji. Wpływ na bezpieczeństwo i warunki eksploatacji ma również stopień rozpoznania starych wyrobisk podziemnych i sztolni, w których eksploatowano złoże w przeszłości.

Serię złożową złoża „Szklary I” stanowi słabo zwięzła zwierzselina, dlatego też, eksploatacja będzie wymagała formowania łagodnie nachylonych skarp oraz stosowania szerokich półek bezpieczeństwa na poszczególnych poziomach eksploatacyjnych. Podłoże na tym obszarze stanowią skały zwięzłe, na których oparte zostaną skarpy stałe oraz spąg odkrywek [5].



Z uwagi na uprzednio prowadzone prace górnicze oraz wykonane odkrywki, składowanie części rudy bilansowej na zwałowiskach, a także niedokończone prace rekultywacyjne, prace przygotowawcze w połączeniu z udostępniającymi, mogą obejmować: wycinkę roślinności samosiejnej, doprowadzenie i uregulowanie ciągów odstawy, usunięcie części zasypów oraz udostępnienie poziomów eksploatacyjnych. W ramach prac wydobywczych, ze względu na parametry wytrzymałościowe skał, możliwości urabiania mechanicznego skał są bardzo ograniczone. Urabianie takie będzie najprawdopodobniej możliwe jedynie w przypadku zwałowisk rudy.

Przy rozpatrywaniu zagadnień geologicznych warunków eksploatacji złóż w masywach serpentynitowych należy również uwzględnić zjawisko zawartości w skałach, minerałów azbestu. Wykonane badania rentgenograficzne i mikrosondowe wykazują, że główne składniki niezwiertzalych skał serpentynitowych masywu Szklar to lizardyt oraz azbest chryzotylowy. W obrębie zwiertzeliny serpentynitowej wyróżnia się trzy odmiany azbestu: azbest chryzotylowy, azbest antofyllitowy oraz azbest tremolitowy. Kruszenie rudy w trakcie eksploatacji oraz procesy przeróbki surowca serpentynitowego powodowały w przeszłości emisję włókien azbestowych do atmosfery [14]. Dlatego też, w celu zminimalizowania pylenia podczas wydobywania muszą być zastosowane systemy zabezpieczające, jak np. system kurtyn wodnych i zraszania urobku.

Aby ograniczyć ujemny wpływ wydobywania na warunki krajobrazowe, nadkład i odpady powstałe w wyniku robót przygotowawczych i eksploatacji, mogą być składowane wewnątrz odkrywki, w jej nieeksploatowanej części.

## Podsumowanie

Najważniejszymi czynnikami geologicznymi mającymi wpływ na warunki eksploatacji są: głębokość występowania złoża wraz z budową nadkładu i stosunkiem grubości nadkładu do miąższości złoża, warunki hydrogeologiczne oraz warunki geologiczno-inżynierskie [9].

Wietrzeniowe złożo rudy niklu „Szklary I” w masywie serpentynitowym Szklar ma skomplikowaną budowę mozaikową. Zwiertzelina serpentynitu zalega na niezwiertzalych skałach podłoża, w nieregularnych, kieszeniowatych oraz rynnowych zagłębieniach. Miąższości złoża „Szklary I”, na podstawie badań wykonanych w ramach I do III etapu prac poszukiwawczych, sięgają 22 m. W niektórych partiach złoża występują dwa poziomy złożowe. Możliwość eksploatacji drugiego poziomu zostanie określona na podstawie przekrojów geologicznych oraz głębokości zalegania złoża w otworach sąsiadujących.

## Literatura

- [1] Badura J., Dziemiańczuk E., 1981 – *Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów w skali 1:25 000, arkusz Żąbkowice Śląskie*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- [2] Cholewicka-Meisner D., Farbisz J., 1995 – *Masyw serpentynitowy Szklar i jego mineralizacja*. Wyniki badań geofizycznych. W: *Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. Przewodnik LXVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Wrocław: 205
- [3] Dubińska E., 1995 – *Zróźnicowanie materiału wyjściowego zwiertzeliny a rozwój laterytowych rud niklu. Budowa zwiertzeliny Szklar*. W: *Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. Przewodnik LXVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Wrocław: 207-212
- [4] Gunia P., 1995 – *Masyw serpentynitowy Szklar i jego mineralizacja. Wybrane zagadnienia petrologii skał masywu serpentynitowego Szklar*. W: *Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. Przewodnik LXVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Wrocław: 206-207

Ze względu na bardzo płytkie występowanie złoża - w wielu częściach praktycznie bez nadkładu - planowana jest eksploatacja odkrywkowa. Nadkład nad złożem tworzą gliny, ility, piaski i żwiry, a częściowo również zwiertzelina serpentynitu nie spełniająca kryteriów bilansowości [3, 5]. Miąższość nadkładu kształtuje się w przedziale od 0 do 12 m. Stosunek nadkładu do miąższości złoża waha się w przedziale od 0 do 5. Osady te często są rudą przemieszane, co utrudnia wydzielenie serii złożowej. Głębokość spągu złoża zależy od zróżnicowanego stopnia zwiertzenia masywu. Granice serii złożowej wyznaczone są więc na podstawie wykonanych analiz chemicznych.

Na obszarze złoża „Szklary I” oprócz utworów naturalnych zalegają również utwory antropogeniczne w postaci dwóch zwałowisk poeksploatacyjnych zwiertzelinowych rud niklu, które po dokładnym rozpoznaniu, mogą być także rozpatrywane jako przedmiot eksploatacji.

Masyw serpentynitowy Szklar położony jest w strefie głębokich rozłamów tektonicznych, a jego granice są trudne do zdefiniowania. W jego obrębie nie zaobserwowano jednak wyraźnych systemów uskokowych [5].

Złożo „Szklary I” położone jest w szczytowej partii wzniesienia Szklana Góra, w której to brak jest ciągłego poziomu wodonośnego w pokrywowych utworach piaszczystych. Wody opadowe odprowadzane są spękaniem podłoża, a ciekły powierzchniowy nie występują. Złożo uznawane jest za suche i możliwe do eksploatacji odkrywkowej bez istotnych zagrożeń wodnych.

Na obszarze złoża występują cztery rodzaje gruntów: antropogeniczne, grunty przekształcone górniczo, grunty nieznaruszone oraz grunty częściowo zrehabilitowane. Dlatego też, dla celów eksploatacyjnych konieczne jest wykonanie szczegółowych badań geologiczno-inżynierskich, które to badania na obecnym etapie są w trakcie realizacji.

Przy rozpatrywaniu zagadnień geologicznych warunków eksploatacji złóż w masywach serpentynitowych należy również zbadać zjawisko zawartości w skałach, minerałów azbestu, w celu dobrania odpowiedniej, jak najmniej szkodliwej dla środowiska, technologii eksploatacji oraz wzbogacania.

Właściwa technologia przeróbki rudy niklowej zostanie ostatecznie dobrana po wykonaniu dokumentacji geologicznej złoża rud niklu „Szklary I” w kategorii C<sub>1</sub>. Zgodnie z ustawą, dokumentacja ta będzie podstawą prowadzenia racjonalnej i efektywnej gospodarki złożem [16]. Powyższe stwierdzenia należy traktować jako zarys uwarunkowań geologicznych, gdyż na potrzeby dokumentacji geologicznej zostaną one uszczegółowione szeregiem dodatkowych badań.



- [5] Kozula R., Korzekwa W., 2005 - *Projekt geologicznych prac badawczych złoża rudy niklu Szklary I*. Centrum Badawczo-Projektowe Miedzi CUPRUM Sp. z o.o. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy, Wrocław
- [6] Kwaśny L., Korzekwa W., Niedbał M., Ratajczyk M., 2008 - *Aneks nr 1 do Projektu geologicznych prac badawczych na obszarze złoża rud niklu „Szklary I” (do kategorii C.)*. KGHM CUPRUM Spółka z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Wrocław
- [7] Mazur S., Pająk M., 1995 – *Masyw serpentynitowy Szklar i jego mineralizacja. Budowa geologiczna*. W: *Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. Przewodnik LXVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Wrocław: 202-205
- [8] Mazur S., Puziewicz J., 1995 – *Mylonity strefy Niemczy*. *Ann. Soc. Geol. Polon.* 64: 23-52
- [9] Nieć M. (ed.), Wyrwicki R., Przeniosło S., Listkowski W., Wojtczak K., 2002 – *Zasady dokumentowania złóż kopalni stałych*. Min. Środ., Dep. Geologii i Koncesji Geologicznych, Komisja Zasobów Kopalni, Warszawa
- [10] Niśkiewicz J., 1963 – *Eksploatacja rudy niklu na Dolnym Śląsku*. *Przegląd Geologiczny*, 8: 393-394
- [11] Niśkiewicz J., 1967 – *Budowa geologiczna masywu Szklar (Dolny Śląsk)*. *Ann. Soc. Geol. Poloniae*, 37: 387-416
- [12] Niśkiewicz J., 2000 – *Pokrywa zwietrzelinowa masywu Szklar i jej niklonośność*. *Geologia sudetica*, 33: 107-130
- [13] Sachanbiński M., Kraśnicki S., 2005 – *Wpływ byłych zakładów górniczo-hutniczych w Szklarach na Dolnym Śląsku na środowisko przyrodnicze*. *Prace Geologiczno-Mineralogiczne LXXV. Acta Universitatis Wratislaviensis No 2811*: 19-33
- [14] Sachanbiński M., Kuder T., 1995 – *Antropogeniczne zanieczyszczenie azbestem środowiska na Dolnym Śląsku*. *Przegląd Geologiczny*, vol. 43, nr 9: 755-761
- [15] Sermet E., 2008 – *Geologiczne uwarunkowania eksploatacji złóż kopalni węglanowych*. *Gospodarka surowcami mineralnymi*, t. 24, zes. 4/4: 341-347
- [16] Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 4.02.1994 r. (Dz.U. 1994.27.96 ze zm., wg stanu prawnego na 10.09.2008 r.)

Artykuł recenzował prof. dr hab. inż. Marek Nieć

Rękopis otrzymano 14.04.2011 r. \*2290



Kopalnia torfu Józefowo, eksploatacja cegielkowa

Fot. Leszek Jurys