Profesor Stanisław Speczik

WIEDZA I PASJA

Monografia naukowa

ZAGADNIENIA POLIMETALICZNYCH ZŁÓŻ MIEDZI W POLSCE

Profesor Stanisław Speczik

Wiedza i Pasja

Monografia naukowa

Zagadnienia polimetalicznych złóż miedzi w Polsce

Recenzenci

dr hab. Katarzyna DELURA, prof. ucz.

prof. dr hab. Krzysztof SZAMAŁEK

prof. dr hab. inż. Marek NIEĆ

Uniwersytet Warszawski

Komitet Zrównoważonej Gospodarki Surowcami Mineralnymi
Polskiej Akademii Nauk

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

Profesor Stanisław Speczik

Wiedza i Pasja

Monografia naukowa

Zagadnienia polimetalicznych złóż miedzi w Polsce

Redakcja naukowa
prof. dr hab. Krzysztof Szamałek
prof. dr hab. inż. Krzysztof Galos

Warszawa 2023

Publikacja powstała dzięki pomocy finansowej:

Uniwersytet Warszawski

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Kraków

---

ADRES REDAKCJI
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk
ul. J. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków
tel.: +48 12 632 33 00; fax: +48 12 632 35 24

Opracowanie redakcyjne
Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

© Copyright by Uniwersytet Warszawski

© Copyright by Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

Kraków 2023

Printed in Poland

ISBN 978-83-67606-17-2

eISBN 978-83-67606-18-09

Spis treści

Od redaktora 7

Program Konferencji 8

Wiedza i Pasja 11

Życiorys Profesora Stanisława Speczika 17

Dorobek naukowy Profesora Stanisława Speczika

Oryginalne opublikowane prace twórcze 27

Dyplomy i wyróżnienia Profesora Stanisława Speczika 71

Rozszerzone abstrakty referatów

Formation of Kupferschiefer-type deposits in Poland: Insights by geochemical proxies *(Achim Bechtel, W. Crawford Elliott, Reinhard Gratzer, Stephan Hoernes, Sławomir Oszczepalski, Wilhelm Püttmann, Yuch-Ning Shieh, J. Marion Wampler)* 157

Ocena wartości nowych złóż rud miedzi i srebra w Polsce *(Tomasz Bieńko)* 163

Znaczenie surowców miedzi w polskiej gospodarce *(Krzysztof Galos, Ewa Lewicka)* 175

Mineralizacja złotonośna w osłonach metamorficznych wokół waryscyjskiej intruzji kłodzko-złotostockiej w Sudetach *(Stanisław Z. Mikulski)* 185

Złoża rud miedzi w Polsce – od historii ku przyszłości *(Marek Nieć)* 195

Historia badań polimetalicznych złóż miedzi w utworach cechsztynu południowo-zachodniej Polski *(Sławomir Oszczepalski)* 203

Złoża rud miedzi w Polsce – ich geneza i mineralogia *(Adam Piestrzyński, Jadwiga Pieczonka, Władysław Zygo, Krzysztof Foltyn, Gabriela Kozub-Budzyń)* 213

Charakterystyka Północnego Pasa Miedziowego w Polsce *(Alicja Pietrzela)* 231

Wpływ warunków fizyczno-chemicznych na efektywność bakteryjnego ługowania wybranych metali z różnych typów litologicznych rud miedzi z południowo-zachodniej Polski – badania wstępne *(Agnieszka Rożek, Hryhoriy Oliynichuk, Krzysztof Szamałek)* 243

Nowe złoża Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej – anatomia sukcesu *(Stanisław Speczik)* 255

Złoto w badaniach Katedry Geologii Złożowej i Gospodarczej *(Jan Wierchowiec)* 267

GOZ przemysłu miedziowego szansą pozyskania metali krytycznych *(Herbert Wirth, Wojciech Kaczan)* 283

Od krajowego kombinatu do spółki globalnej: DRK – pierwsza próba ekspansji *(Stanisław Wołkowicz)* 293

Rola kryteriów inwestorskich w zagospodarowaniu głębokich złóż rud miedzi *(Krzysztof Zieliński)* 299

Od redaktora

Starą i dobrą tradycją uniwersytecką było organizowanie benefisu odchodzącym na emeryturę profesorom. Droga dojścia do tytułu naukowego profesora w Polsce jest długa i wymagająca. Kandydaci do tego tytułu wielokrotnie pokonują kolejne szczeble kariery akademickiej, przechodzą wnikliwe procesy oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego. Piramida pracowników akademickich ma na swoim szczycie nieliczne grono profesorów tytularnych. Często są oni twórcami szkół naukowych, wychowawcami i mentorami dla pokoleń następców naukowych. Stają się wzorem i punktem odniesienia do współczesnych działań. Profesorowie wypełniają swoją działalnością i osobowością uniwersytecką przestrzeń naukową i społeczną.

Powyższe słowa odnoszą się w całości do osoby Profesora Stanisława Speczika. Jest bez wątpienia wybitną postacią polskiej nauki, przede wszystkim geologii złożowej i gospodarczej. Staje On w rzędzie tylu wybitnych polskich geologów złożowych jak Bogdanowicz, Samsonowicz, Morozewicz, Ney, Wyżykowski, Krajewski i inni. Nie dziwi zatem, że społeczność macierzystego Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, a zwłaszcza pracownicy i współpracownicy z Katedry Geologii Złożowej i Gospodarczej zechcieli zorganizować konferencję naukową będącą benefisem na cześć Profesora Stanisława Speczika. Poza Jego wielkim dorobkiem naukowym, dodatkowymi powodami organizacji konferencji są 75-lecie urodzin Profesora, 50-lecie Jego pracy naukowej, 70-lecie powstania Wydziału Geologii UW oraz 64. rocznica odkrycia tak bliskich Profesorowi złóż rud miedzi w Polsce.

Monografia naukowa przygotowana została przez Komitet Naukowy i Organizacyjny Konferencji, by przybliżyć i udokumentować dokonania Profesora Stanisława Speczika, zachować te wspaniałe osiągnięcia dla potomności i kolejnych pokoleń geologów. Monografia nosi tytuł „Wiedza i pasja". Oba te terminy doskonale charakteryzują Profesora Stanisława Speczika. Cechował się On, i cechuje nadal, ogromną wiedzą oraz niespotykaną pasją w realizacji swoich celów naukowych, społecznych, publicznych. Wyróżnia Go to pozytywnie na tle innych uczonych.

Prof. dr hab. Krzysztof Szamałek

Warszawa, październik 2023 r.

Program Konferencji

17 października 2023 r.

Sala Senatu, Uniwersytet Warszawski, Pałac Kazimierzowski
Krakowskie Przedmieście 26/28, Warszawa

15^{00}–16^{15} Sesja otwierająca

Otwarcie Konferencji – prof. dr hab. Krzysztof Szamałek, Kierownik Katedry Geologii Złożowej i Gospodarczej Wydziału Geologii, Uniwersytet Warszawski

Wystąpienie powitalne do uczestników Konferencji – JM Rektor UW prof. dr hab. Alojzy Z. Nowak

Złoża rud miedzi w Polsce – od historii ku przyszłości – prof. dr hab. inż. Marek Nieć

Sylwetka naukowa oraz dokonania prof. dr hab. Stanisława Speczika – prof. dr hab. Krzysztof Szamałek

16^{15}–16^{45} Przerwa kawowa – foyer Pałacu Kazimierzowskiego

16^{45}–18^{00} Sesja referatowa

Formation of Kupferschiefer-type deposits in Poland: Insights by geochemical proxies – dr Achim Bechtel, prof. W. Crawford Elliott, dr. Reinhard Gratzer, prof. Stephan Hoernes, prof. Slawomir Oszczepalski, prof. Wilhelm Püttmann, prof. Yuch-Ning Shieh, prof. J. Marion Wampler

Znaczenie surowców miedzi w polskiej gospodarce – prof. Krzysztof Galos, dr Ewa Lewicka

18^{00}–21^{00} Coctail – foyer Sala Senatu, sala Złota

18 października 2023 r.

Sala 1012, Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego

10^{00} Powitanie uczestników konferencji – Dziekan Wydziału Geologii UW dr hab. Ewa Falkowska, prof. ucz.

10^{15}–11^{30} Referaty i wystąpienia

Historia badań polimetalicznych złóż miedzi w Polsce płd-zach. – dr hab. Sławomir Oszczepalski, emerytowany profesor PIG-PIB

Złoża rud miedzi w Polsce – ich geneza i mineralogia – prof. dr hab. Inż. Adam Piestrzyński (AGH), dr hab. Inż. Jadwiga Pieczonka, mgr inż. Władysław Zygo, mgr inż. Krzysztof Foltyn, dr inż. Gabriela Kozub-Budzyń

GOZ przemysłu miedziowego szansą pozyskania surowców krytycznych – prof. dr hab. inż. Herbert Wirth (PWr), Wojciech Kaczan (PWr)

Od krajowego kombinatu do spółki globalnej: DRK – pierwsza próba ekspansji – dr hab. Stanisław Wołkowicz, prof. inst. (PIG-PIB)

Mineralizacja złotonośna w osłonach metamorficznych wokół waryscyjskiej intruzji kłodzko-złotostockiej w Sudetach – prof. dr hab. Stanisław Mikulski (PIG-PIB)

Złoto w badaniach Katedry Geologii Złożowej i Gospodarczej – dr hab. Jan Wierchowiec, prof. ucz. (UW)

Rola kryteriów inwestorskich w zagospodarowaniu głębokich złóż rud miedzi – dr Krzysztof Zieliński (MC)

Ocena wartości nowych złóż rud miedzi w Polsce – mgr Tomasz Bieńko (PIG-PIB)

Charakterystyka północnego pasa miedziowego w Polsce – mgr Alicja Pietrzela (Urząd Marszałkowski)

Wpływ warunków fizyczno-chemicznych na efektywność bakteryjnego ługowania wybranych metali z różnych typów litologicznych rud miedzi z południowo-zachodniej Polski – badania wstępne – dr Agnieszka Rożek, inż. Hryhoriy Oliynichuk, prof. Krzysztof Szamałek (UW)

11^{30}–12^{00} Przerwa kawowa, foyer przed salą 1012

12^{00}–12^{40} Anatomia sukcesu – prof. dr hab. Stanisław Speczik, Wystąpienia okolicznościowe

12^{40}–14^{30} Wystąpienia okolicznościowe

14^{30} Zamknięcie konferencji, lunch, foyer przed salą 1012



Prof. dr hab. Stanisław Speczik

Wiedza i Pasja

Krzysztof Szamałek
Kierownik Katedry Geologii Złożowej i Gospodarczej
Wydział Geologii Uniwersytet Warszawski
krzysztof.szamalek@uw.edu.pl

Znam Profesora Stanisława Speczika od 1973 roku, czyli chwili, gdy rozpocząłem studia na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Przez długie lata współpracy byłem Jego studentem, współpracownikiem, podwładnym oraz przełożonym. Jednak co najważniejsze byłem kolegą, bliskim kolegą, a wreszcie stałem się przyjacielem Profesora i stan ten utrzymuje się do obecnej chwili. Wiele lat znajomości i przyjaźni, wspólne obcowanie na wyjazdach służbowych, naukowych, rodzinnych i turystycznych pozwala dobrze poznać człowieka i próbować go scharakteryzować jednoznacznymi desygnatami. Gdy tylko przystępowałem do pisania swojego tekstu, od razu na myśl przyszły mi dwa określenia tak dobrze pasujące do Profesora Speczika – „Wiedza i Pasja". Tak, Stanisław Speczik jest człowiekiem, którego te dwa słowa znakomicie opisują. Zasób wiedzy w zakresie geologii złożowej, a zwłaszcza geochemii i geologii złóż rud miedzi ma przeogromny. To wiedza teoretyczna i praktyczna. Jest zarówno geologiem opisującym zjawiska i procesy prowadzące do powstawania złóż, jak i praktykiem realizującym programy poszukiwawcze i dokumentacyjne złóż kopalin, które wcześniej opisywał i prognozował na podstawie prowadzonych przez siebie badań. Nie wszystkim geologom dana jest taka możliwość łączenia teorii i praktyki. Na obu tych polach odniósł wspaniałe sukcesy. Znane i doceniane są Jego publikacje dotyczące genezy, mineralogii, geochemii i rozmieszczenia złóż polimetalicznych rud miedzi w Polsce. Ale co najistotniejsze, publikacje te doprowadziły do odkrycia i udokumentowania bardzo liczących się w światowej klasyfikacji zasobów nowych polimetalicznych złóż rud Cu w tzw. północnym pasie miedziowym w Polsce.

Są ludzie, którzy mają ogromną wiedzę w jakiejś dziedzinie, ale nie wykazują zaangażowania w wykonywanym zawodzie czy dziedzinie. Jakże inaczej jest z Profesorem Speczikiem. Geologia jest bez wątpienia jego pasją życiową i naukową. Wszystkie etapy życia zawodowego, zarówno naukowego, jak i społeczno-politycznego wiążą Go z geologią. Nawet prywatne rozmowy zbaczają nieuchronnie na tematy geologiczne i wyzwalają

w nim pasję opowiadania, opisywania przykładów, analizy sytuacji i uzasadnianie potrzeby wprowadzenia zmian. To jest zawsze gorąca dyskusja, a nie letnie opowieści. To wynika i z wiedzy, i pasji Profesora.

Pasja poznawcza Profesora odnosi się nie tylko do dziedziny geologii, ale także innych aspektów życia. Wszędzie tam, gdzie podejmował pracę zawodową poza uniwersytetem, wykazywał tę pasję poznania i bycia przygotowanym do realizacji skomplikowanych zadań z zakresu technologii, ekonomii, zarządzania czy finansów. Ma w sobie gen perfekcjonizmu i śląskiego porządku. Zawsze terminowy, przygotowany, uporządkowany i systematyczny. O jak bardzo zazdroszczę Mu tych cech.

Te wszystkie wspomniane wyżej przymioty Stanisława Speczika pozwalały Mu na znakomite wykonywanie szeregu odpowiedzialnych funkcji. Ilu geologów złożowych byłoby w stanie pokierować KGHM Polska Miedź? To w zasadzie jest zbiór jedno- lub dwuelementowy. A przecież kierować tym ogromnym koncernem o międzynarodowej skali to nie to samo, co analizować w gabinecie uczelni teoretyczne przesłanki geologiczne występowania złoża. Stanisław Speczik doskonale realizował się w funkcji prezesa zarządu KGHM. W Jego czasach koncern modernizował się, podejmowano nowatorskie rozwiązania, a także osiągnięto znakomite efekty finansowe. Znał kopalnię oraz infrastrukturę KGHM jak mało kto. Do tej pory jest dobrze pamiętany i wspominany przez załogę i kadrę kierowniczą.



Prof. dr hab. Stanisław Speczik jako Prezes Zarządu KGHM Polska Miedź SA

Droga życiowa Profesora Stanisława Speczika jest szczegółowo przedstawiona w życiorysie oraz Jego dokonaniach zawodowych i naukowych zawartych w tej książce. Jednak mimo tylu obszernych informacji tam przedstawionych, mam nieodparte wrażenie, że postać Profesora byłaby jednak niepełnie przedstawiona, dlatego zamierzam dodać do Jego charakterystyki więcej szczegółów. Wychodzą one poza akademicko-menadżerską sferę.

Profesor Speczik przyjechał jako maturzysta ze Śląska do Warszawy w 1966 roku. Na studiach był znakomitym studentem, wyróżnianym nagrodami. Jednak co bardzo istotne, szybko dał się poznać jako znakomity organizator, społecznik i aktywny działacz studencki. Wkrótce był znany w całej społeczności uniwersyteckiej i dlatego wybrany został w 1972 roku przewodniczącym Rady Uczelnianej Zrzeszenia Studentów Polskich Uniwersytetu Warszawskiego. Sprawowanie tej funkcji było marzeniem wielu ówczesnych studentów, a proces wyboru był w pełni demokratyczny i trudny dla każdego kandydata. Stanisław Speczik uzyskał mandat przewodniczącego i sprawował tę funkcję znakomicie.

Po zakończeniu działalności w ZSP zostaje mianowany przez Rektora UW sekretarzem Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej, a po kilku latach pełnomocnikiem JM Rektora ds. studenckich. Wszystkie te funkcje Stanisław Speczik realizował z powodzeniem i sukcesami, nie zaniedbując pracy naukowej. Stanisław Speczik osiągał szybko kolejne szczeble kariery naukowej, nie próżnował, tylko pracował, świetnie wykorzystując czas. Niewielu to potrafiło tak znakomicie realizować.

Po latach los sprawił, że mogłem Go rekomendować na stanowisko Dyrektora Naczelnego Państwowego Instytutu Geologicznego. Profesor Speczik miał już za sobą długie pobyty stażowe w USA i Niemczech, znał zasady działania *United States Geological Survey* (USGS), był zatem znakomitym kandydatem na dyrektora PIG. Przez kilka lat razem stanowiliśmy tandem w polskiej geologii. Przesadna skromność nie jest dobrą cechą, zatem we wspólnym imieniu mogę stwierdzić, że był to bardzo dobry czas dla polskiej geologii pod każdym względem: wielkości nakładów finansowych na działalność geologiczną, podejmowaniu nowych wyzwań geologicznych zgodnie z tendencjami światowymi, harmonijnej współpracy między głównym geologiem kraju a PIG. I ta działalność Profesora Speczika jako dyrektora jest do dzisiaj wspominana w PIG jako złote dobre czasy. Dowodem na uznanie załogi dla pracy Profesora jako Dyrektora PIG były wybory do Rady Naukowej i powierzenie Mu funkcji Przewodniczącego Rady Naukowej PIG.

Liczne grono magistrantów, doktorantów, obecnych profesorów uczelni czy instytutów, które wyszło „spod ręki" prof. Speczika świadczy o tym, że bez wątpienia jest twórcą szkoły naukowej geologów złożowych z zakresu polimetalicznych rud miedzi i rud złota.

Do tych licznych zawodowych funkcji i stanowisk dodać należy funkcje akademickie (prodziekan Wydziału, Kierownik Zakładu i Katedry Geologii Złożowej), ale także społeczne. Profesor Speczik jako urodzony w Zabrzu, tuż obok stadionu Górnika Zabrze, ma wrodzoną miłość do piłki nożnej. Sam grał w nią bardzo dobrze, ale jeszcze lepiej

działał na rzecz rozwoju polskiego futbolu. W Polskim Związku Piłki Nożnej pełnił szereg funkcji z wyboru, był także uznanym działaczem UEFA i FIFA (szczegóły są zawarte w części *Życiorys*). Od wielu lat jest kibicem i działaczem klubu piłkarskiego Polonia Warszawa.

Z kolei mało kto wie o innych pasjach Profesora Speczika, takich jak umiłowanie latania. Nauczył się pilotażu już w średnim wieku i często latał samolotem KGHM jako pilot. Nie była to prosta sprawa przygotować się i zdać wszystkie niezbędne egzaminy ze względu na potrzebę zachowania doskonałego stanu zdrowia (funkcja prezesa zdrowie odbiera), wiele zajęć służbowych i akademickich. I w tym przypadku ujawniły się wiedza i pasja Profesora. Poza lataniem jest także Profesor miłośnikiem jachtingu. Wraz z gronem kolegów i przyjaciół co roku spędza czas wakacji na jachcie, głównie na Morzu Śródziemnym, ale nie tylko.

Poza talentami naukowymi, organizatorskimi, zawodowymi Profesor jest zawsze duszą towarzystwa. Śpiewa jak zawodowy chórzysta, zna mnóstwo piosenek i pieśni, bardzo obyczajnych i wiele nieobyczajnych. Przy Jego zaśpiewie ognisko, przyjęcie, spotkanie koleżeńskie przemienia się w przyjacielską biesiadę i ucztę.

Ma otwarte serce dla ludzi (zwłaszcza dzieci) potrzebujących pomocy. Nie bez kozery jest laureatem Orderu Uśmiechu. Opiekuje się domem dziecka im. J. Wyżykowskiego z Wilkowa. Można powiedzieć, że pasja i wiedza są pochodną wielu talentów, jakimi obdarzony jest Profesor. W geologii znane jest pojęcie kondesacji paleontologicznej, zatem mogę stwierdzić, że Profesor jest owocem kondensacji życzeń kilku dobrych wróżek, które pochylając się nad Jego kołyską, dały mu urodę i wdzięk osobisty, rozum, wszelkie talenty, upór i pracowitość, odwagę i determinację w dążeniu do celu.



Przyjacielskie spotkanie ogrodowe
od lewej Stanisław Speczik, Grażyna Szamałek, Krzysztof Szamałek, Joanna Speczik

Niech Czytelnika nie zwiedzie mój swobodny ton ostatnich zdań, jednak opisać talenty i osobowość Profesora Speczika przy użyciu tradycyjnych metod całkiem nie sposób. Posunąłem się zatem do baśniowych metafor, by choć trochę sprostać temu zadaniu. Talentami Profesora Speczika można by obdzielić kilkanaście osób – jednak zrządzeniem losu to Jemu zostały one przyznane, a On ich nie zmarnował, tylko wykorzystał do rozwoju polskiej nauki, polskiej geologii i gospodarki surowcami mineralnymi. Swymi dokonaniami dobrze zasłużył się ojczyźnie.

Wierzę głęboko i mam nadzieję, że Profesor Stanisław Speczik jeszcze przez długie lata będzie aktywny naukowo i zawodowo. Jego wiedza i pasja jest bowiem potrzebna kolejnym pokoleniom geologów. *Ad multos annos Professor!*



Prof. dr hab. Stanisław Speczik jako Prezes Zarządu KGHM Polska Miedź SA

Życiorys Profesora Stanisława Speczika

Stanisław Speczik urodził się 13 września 1947 roku w Zabrzu. Stanisław ma dwóch braci, starszego Pawła i młodszego Andrzeja. Dzieciństwo i młodość spędził w Zabrzu. W 1966 r. ukończył Technikum Chemiczne w Gliwicach. Bezpośrednio po ukończeniu szkoły średniej zdał na studia na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. W trakcie studiów obrał specjalność geochemia, mineralogia i petrografia. W 1971 r. obronił pracę magisterską pt. *Kra hornfelsowa Jaszkowej Górnej,* przygotowaną pod kierunkiem doc. dr hab. Janusza Ansilewskiego.

Stanisław Speczik był bardzo dobrym studentem i w trakcie studiów otrzymywał stypendium za znakomite wyniki studiowania, a w 1970 roku zajął II miejsce w konkursie na najlepszego studenta UW. Studia ukończył, otrzymując dyplom z wyróżnieniem. W trakcie studiów zaangażował się aktywnie w działalność Zrzeszenia Studentów Polskich, organizacji liczącej na Uniwersytecie Warszawskim blisko 16 tys. członków. Ukoronowaniem tej działalności był dwukrotny wybór (w tym bezpośredni) na stanowisko Przewodniczącego Rady Uczelnianej ZSP na Uniwersytecie Warszawskim. Jak wielokrotnie podkreślał w rozmowach i wspomnieniach, czas działalności w ZSP był dla niego wielką szkołą umiejętności działania, rozwagi i odwagi, dialogu i nawiązania długoletnich przyjaźni. Przyjaźnie zawarte wówczas, przetrwały do dziś.

W 1971 roku bezpośrednio po ukończeniu studiów został asystentem stażystą, a w 1972 asystentem w Zakładzie Geologii Złóż Uniwersytetu Warszawskiego. Jego pierwszym opiekunem naukowym był odkrywca złóż miedzi LGOM docent dr Jan Wyżykowski, zaś po jego śmierci obowiązki te przejęła doc. dr hab. Eugenia Zimnoch. Doc. dr J. Wyżykowski ukierunkował pierwsze prace naukowe Stanisława Speczika na wyjaśnienie związków jakie występują pomiędzy podłożem monokliny przedsudeckiej, a mineralizacją łupka miedzionośnego. Tej problematyce w znacznym stopniu pozostał wierny po dziś. Dorobek prof. Speczika w tamtym okresie składa się w dominującej mierze z prac dotyczących procesów diagenezy i epigenezy skał karbońskich, skał czerwonego spągowca w obszarze monokliny przedsudeckiej, a także w Górach Bardzkich. W badaniach ściśle współpracował z późniejszym prof. dr hab. A. Barczukiem, któremu zawdzięcza rozwój swojego warsztatu petrograficznego.

Pracę doktorską pt. *Mineralizacja kruszcowa w utworach karbońskich na obszarze monokliny przedsudeckiej* obronił w 1976 roku. Czas po obronie doktoratu był okresem przygotowania wielu publikacji naukowych dotyczących złóż rud miedzi. Doprowadziło to w 1985 roku do przedstawienia i obrony rozprawy habilitacyjnej pt. *Metalogeneza*

podłoża podcechsztyńskiego monokliny przedsudeckiej. Profesor Speczik otrzymał nagrodę Rektora UW za rozprawę doktorską, a nagrodę Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za rozprawę habilitacyjną.

W dorobku naukowym Stanisława Speczika dominowały prace z zakresu geologii złożowej rud miedzi, ich mineralogii i petrografii. Zarówno pracę doktorską, jak i habilitacyjną wykonał w ścisłej współpracy z Państwowym Instytutem Geologicznym na materiałach Instytutu i ze wsparciem finansowym Instytutu.

Na późniejszy dorobek naukowy Profesora i na jego poszerzenie znaczny wpływ miały dłuższe stypendia naukowe w USA i RFN. Nawiązane tam kontakty i współpraca zaowocowały publikacją licznych artykułów o tematyce związanej z lokalną problematyką geologii złożowej USA i RFN, a także problematyką procesów geochemicznych i złożowych zachodzących w polskich, amerykańskich i środkowoeuropejskich rejonach złożowych. W podejmowanej przez Profesora problematyce pojawiają się prace dotyczące złóż cyny, złóż Fe-Ti-V rejonu Suwałk, oolitów żelazistych USA, problematyki złożowej ryftu środkowoamerykańskiego itp.

W trakcie pobytu w USA Profesor Speczik miał też możliwość wzięcia udziału w uwieńczonych sukcesem poszukiwaniach złóż złota w północnej Nevadzie (złoże *Battle Mountain*) oraz poszukiwaniu kominów diamentowych i kimberlitowych w północnym Kansasie.

Stypendium naukowe w RFN pozwoliło Profesorowi Speczikowi na podjęcie badań w zakresie problematyki roli materii organicznej w formowaniu złóż metali. W wyniku realizacji zaproponowanego Fundacji Humboldta przez S.Speczika projektu badawczego udało mu się, jako pierwszemu badaczowi, stwierdzić, iż materia organiczna w okruszczowanym łupku miedzionośnym wykazuje istotne zmiany w stosunku do nieokruszcowanych, redukcyjnych facji łupka. Dało to początek licznych prac, w których wraz z prof. dr hab. W. Püttmanem i prof. dr hab. A. Bechtelem wprowadzili do literatury światowej szereg nowych, powszechnie stosowanych obecnie wskaźników geochemicznych potwierdzających związki materii organicznej ze stratyfikowanymi złożami metali. Ich wspólne prace pozwoliły udowodnić postdepozycyjny charakter mineralizacji i przybliżyć szacunki wieku jej powstawania, a na podstawie badania składu i dojrzałości materii organicznej, wnioskować o możliwości zaistnienia mineralizacji typu złożowego.

W początku lat 90. XX wieku powstały możliwości formalne dla rewaloryzacji znanych i poszukiwania nowych złóż metali szlachetnych w południowo-zachodniej Polsce. Profesor Speczik włączył się w nurt tych prac, czego efektem były liczne publikacje naukowe, jak i osiągnięcia wdrożeniowe. Wspólnie z mgr. K. Niczyporukiem Profesorowi udało się po raz pierwszy znaleźć złoto rodzime w Złotym Stoku, wraz z dr. W. Olszyńskim i prof. dr. hab. A. Piestrzyńskim rozpoznać i stwierdzić mineralizację złota i PGE w ofiolicie Ślęży. Podjęte, z inicjatywy S. Speczika i A. Piestrzyńskiego, prace na terenie LGOM, doprowadziły do znalezienia nowego typu złóż złota – typu *Kupferschiefer*, złóż metali szlachetnych. We współpracy S. Speczika z dr. A. Wojciechowskim stwierdzono, istnienie tego typu mineralizacji w także innych rejonach Polski. Z inicjatywy Profesora i przy Jego

wsparciu doszło do edycji *Monografii Przemysłu Miedziowego*, wydanej przez Państwowy Instytut Geologiczny w 1996 roku z okazji 40-lecia odkrycia złóż miedzi.

Jako uznany i ceniony ekspert prof. Speczik był w latach 80. XX w. koreferentem lub recenzentem kilkunastu projektów realizowanych w ramach CPBP.

Dorobek naukowy Profesora liczy przeszło 200 prac publikowanych i ponad 200 niepublikowanych opracowań i ekspertyz. Wśród prac publikowanych znaczną część stanowią prace oryginalne, których większość została wydana w językach kongresowych (120) w międzynarodowych czasopismach geologicznych wydawanych przez uznane oficyny naukowe (Elsevier, Pergamon Press, Springer Verlag i innych – przeszło 60 publikacji znajduje się na liście filadelfijskiej).

Profesor Stanisław Speczik jest też współautorem książki popularnonaukowej pt. *Z geologią za pan brat*, która została wyróżniona nagrodą wydawców polskich, oraz autorem i edytorem sześciu innych publikacji typu skryptów, przewodników i monografii. W dorobku naukowym Profesora, szczególnie w ostatnich latach, pojawiły się także liczne prace z zakresu geologii środowiskowej, kompleksowego wykorzystania złóż i ochrony ich zasobów. Ten nurt działalności naukowej zdominował pracę Stanisława Speczika jako prezesa KGHM Polska Miedź SA, gdzie nie zaprzestał działalności naukowej.

Znaczną część swojego życia naukowego Profesor spędził za granicą. Między innymi przez blisko dwa lata pracował w służbie geologicznej Stanów Zjednoczonych, dwa lata w RFN, gdzie był stypendystą prestiżowej Fundacji Humboldta. Pracował także, jako tzw. *geologist* dla wielu zachodnich firm mineralnych m.in. *Cominco American*, *Texasgulf*, *Uranerz*, *Western Mining* etc.

Profesor Speczik był i jest bardzo aktywnym uczestnikiem wielu konferencji naukowych, wziął udział, wygłaszając referaty na ponad 100 konferencjach naukowych. W dużej części był zapraszanym guest speakerem, w tym na trzech kongresach geologicznych.

Za swoją działalność naukową, wychowawczą i organizacyjną trzykrotnie otrzymał nagrody Ministra Edukacji Narodowej oraz dziesięciokrotnie nagrody Rektora Uniwersytetu Warszawskiego. Był także wielokrotnie wyróżniony za granicą, m.in. listem pochwalnym Dyrektora Służby Geologicznej stanu Kansas, listem pochwalnym Fundacji Humboldta, a także wielokrotnym przyznaniem finansowania wyjazdów zagranicznych przez program Geohost. W 2003 r. w uznaniu zasług jako Prezesa KGHM zostało mu przyznane wyróżnienie „Złotego Inżyniera Roku" w kategorii menadżer w plebiscycie „Przeglądu Technicznego".

Prof. Speczik pełnił szereg funkcji administracyjnych i organizacyjnych na Uniwersytecie Warszawskim między innymi: Sekretarza Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej (dwie kadencje), Pełnomocnika Rektora UW d/s studenckich (dwie kadencje), wicedyrektora Instytutu Geologii Podstawowej, prodziekana Wydziału Geologii (dwie kadencje). W okresie od 1989 do 2013 roku był kilka razy powoływany na funkcję kierownika Zakładu Geologii Złóż WG UW. W 1987 roku został powołany na stanowisko docenta, a w 1992 roku na stanowisko profesora nadzwyczajnego i w 2006 r. na stanowisko profesora zwyczajnego w Uniwersytecie Warszawskim. W trakcie pracy dydaktycznej był

wykładowcą wielu przedmiotów, a wśród nich: górnictwa, wiertnictwa, geologii złóż, geologii ekonomicznej, geologii środowiskowej, geochemii procesów złożotwórczych, geologii i górnictwa złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Po przejściu na emeryturę nie zaprzestał działalności dydaktycznej, obecnie prowadzi dwa przewody doktorskie i wykład specjalizacyjny.

Profesor Speczik wypromował około 80 magistrów, licencjuszy i inżynierów, zaś siedem doktoratów zostało pomyślnie zakończonych pod Jego kierunkiem.

Jest członkiem wielu krajowych i zagranicznych towarzystw naukowych *Society of Mining Engineers of AIME*, *Society for Geology Applied for Mineral Deposits*, *Deutsche Mineralogische Gesellschaft, Kansas Academy of Science*, IAGOD, PTG i PTMin.

Profesor Speczik uczestniczył w dwóch programach UNESCO tj. IGCP-357, IGCP-324, w których był koordynatorem na Polskę.

29 lipca 1994 roku Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa powołał Stanisława Speczika na stanowisko Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego, na którym to stanowisku pracował od dnia 10 lutego 1995 roku do lutego 2000 roku. Był to dla Niego okres ciężkiej pracy ale także przynoszącej wiele satysfakcji z osiąganych wspólnie z załogą sukcesów. Niewątpliwie największymi było pozyskanie środków



Główny Geolog Kraju Krzysztof Szamałek i Dyrektor Naczelny Państwowego Instytutu Geologicznego prof. dr hab. Stanisław Speczik (w środku mgr Marek Brzezicki)

finansowych i budowa nowych doskonale wyposażonych siedzib dla Oddziału Geologii Morza w Gdańsku oraz Oddziału Pomorskiego PIG w Szczecinie oraz zagospodarowanie gigantycznych zasobów archiwalnych zlikwidowanego Centralnego Urzędu Geologii. Także za istotne dokonanie Profesora należy uznać rozbudowę i budowę nowych Magazynów Rdzeni Wiertniczych, które w olbrzymiej ilości marnowały się wcześniej w magazynach na tzw. świeżym powietrzu.

Dnia 16 grudnia 1997 r. Prezydent Rzeczpospolitej Polskiej nadał Stanisławowi Speczikowi tytuł naukowy profesora nauk o Ziemi. W 1994 r. Minister Przekształceń Własnościowych powołał Profesora Speczika w skład Rady Nadzorczej KGHM Polska Miedź SA, w której pracował do 1998 r., pełniąc funkcję Wiceprzewodniczącego Rady Nadzorczej. Było to dla niego wielkie życiowe doświadczenie i źródło wielu naukowych i menedżerskich inspiracji. Z inicjatywy S. Speczika powstał program tzw. Cienkiego złoża, którego efektem było zmniejszenie wolumenu niepotrzebnie przybieranej skały płonnej o blisko 4 mln ton. Swoją współpracę z KGHM kontynuował od grudnia 2001 r. w związku z powołaniem na stanowisko Prezesa Zarządu KGHM Polska Miedź SA. Był to okres niezwykłych doświadczeń pełen dramatyzmu, ale i radości z osiąganych sukcesów. Zastał KGHM w arcytrudnej sytuacji – bez płynności finansowej, pieniędzy na wypłaty, z gigantycznym zadłużeniem i niekorzystną sytuacją makroekonomiczną. Pomimo to udało mu się osiągnąć znakomite rezultaty gospodarcze w całym okresie pracy na stanowisku Prezesa. Za największy sukces Prof. Speczik uważa przyjęcie i opracowanie nowej strategii KGHM, która dawała szansę funkcjonowania koncernu przez kolejne kilkadziesiąt lat. Niestety wiele ze słusznych postulatów nie zostało na czas zrealizowanych, co jest dzisiaj źródłem istotnych problemów dla KGHM. Zupełnie innym wyzwaniem dla Profesora Speczika była krótka, choć obfitująca w ważkie zdarzenia praca w Rządzie RP, w którym pełnił funkcję sekretarza stanu w Ministerstwie Skarbu Państwa. Za główne sukcesy Profesora Speczika z tego okresu należy uznać dobrze zrealizowaną sprzedaż Huty Częstochowa oraz upublicznienie PGNiG SA.

Aby podołać swoim obowiązkom jako Dyrektora Naczelnego PIG i obowiązkom jako prezesa KGHM Stanisław Speczik ukończył szereg kursów, w tym kurs na członka Rady Nadzorczej spółek Skarbu Państwa. Był przewodniczącym i członkiem szeregu rad nadzorczych. Do istotnych należy Przewodniczenie Radzie Nadzorczej Walcowni Metali Łabędy SA. Przy Jego udziale we współpracy ze związkami zawodowymi i załogą udało się grupę Łabędy pomyślnie zrestrukturyzować. Należy pamiętać o wielkiej życiowej przygodzie i nowym doświadczeniom z powodu udziału Profesora Speczika w tworzeniu polskiego operatora sieci komórkowych Polkomtel SA, którego miał zaszczyt być Przewodniczącym Rady Nadzorczej przez dwie kadencje.

Po zakończeniu misji w Ministerstwie Skarbu Profesor Speczik powrócił do pracy w PIG, gdzie objął stanowisko Kierownika Centralnego Archiwum Geologicznego (obecnie NAG). Dostał szansę dokończenia modernizacji Magazynów Rdzeni, a także uporządkowania i zabezpieczenia cennych zbiorów dokumentów geologicznych. Mając to

na uwadze pozyskał środki i zrealizował budowę nowoczesnego ogromnego magazynu dokumentacji geologicznych w Halinowie.

W swoim bogatym życiu zawodowym Profesor Speczik był także Wiceprzewodniczącym Państwowej Rady Geologicznej, członkiem Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Od pięciu kadencji jest członkiem Komitetu Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, a także z wyboru był dwukrotnie członkiem Komitetu Nauk Geologicznych PAN. Ponadto był członkiem Państwowej Rady Ochrony Środowiska oraz członkiem Rady Koordynacyjnej przy Ministrze Środowiska ds. programów badawczych w dziedzinie ochrony środowiska oraz członkiem Komisji Ministra Środowiska ds. Nagród w Zakresie Ochrony Środowiska. Od 2002 do 2005 r. reprezentował Rząd RP w zespole T-12 Komitetu Badań Naukowych. Od 2002 do 2005 r. był Wiceprezesem Polskiej Konfederacji Pracodawców Prywatnych Lewiatan, członkiem Zarządu Głównego Lewiatana, a obecnie jest członkiem rady konsultacyjnej.

W 2012 r. Profesor Speczik był współzałożycielem Związku Pracodawców Przemysłu Wydobywczego w Polsce, był jego Przewodniczącym do marca 2023 r. Niestety w związku z wycofaniem się z Polski większości inwestorów zagranicznych, Związek przestał istnieć.

W latach 90. ubiegłego stulecia wspólnie z prof. dr hab. S. Oszczepalskim rozpoczęli prace mające na celu rozpoznanie serii złożowych miedzi i srebra na większych głębokościach niż uznane wówczas za ekonomicznie opłacalne. Z uwagi na brak środków korzystali głównie z materiałów archiwalnych przemysłu naftowego. Z czasem pozyskali finansowanie z KBN i częściowo z KGHM. Wyniki tych badań pokazały, że na północ i zachód od rozpoznanych złóż rejonu Lubin-Sieroszowice występuje szereg obszarów z interesującą mineralizacją, którą można rozpatrywać w kategoriach zasobów prognostycznych. W tym czasie postęp w metodach eksploatacji głębokich złóż metali spowodował, że ciężar eksploracji przesunął się ze złóż odkrywkowych z niską zawartością składnika użytecznego w kierunku złóż głębokich, lecz o znaczne wyższej zawartości metali. Starania S. Speczika i S. Oszczepalskiego by zainteresować tym tematem KGHM spełzły niestety w tamtym czasie na niczym.

W 2011 r. kanadyjska firma *Lumina Capital Corporation Group* wyspecjalizowana w poszukiwaniu złóż metali na całym świecie zainteresowała się Polską i sygnalizowanymi w publikacjach Speczika i Oszczepalskiego zasobami prognostycznymi Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej. W 2012 r. S. Speczik przyjął propozycję podjęcia współpracy w ramach utworzonej spółki celowej *MiedziCopper Corp*., której głównym zadaniem jest rozpoznanie i udokumentowanie głęboko położonych złóż Cu-Ag w Polsce. Od 2012 roku prof. Speczik pełni funkcję Dyrektora Generalnego Grupy Miedzicopper i CEO na Polskę. W 2013 r. po zakończeniu prac na materiałach archiwalnych firma rozpoczęła program wierceń. Odwiercono 36 głębokich otworów wiertniczych, dalsze są w realizacji. Efektem tych prac jest odkrycie trzech nowych zasobnych złóż Cu-Ag Mozów, Nowa Sól i Sulmierzyce. Dokumentacje wszystkich tych złóż, przygotowane przez Prof. S. Speczika wraz z zespołem, zostały zatwierdzone przez Ministra Klimatu i Środowiska w kategorii C_2. Złoże Nowa Sól znajduje się w końcowym etapie dokumentowania do kategorii C_1 pozwa-

lającej na uzyskanie koncesji wydobywczej. To pod względem wielkości 18. złoże świata a jakościowo 4. Dla wszystkich tych złóż wykonano *pre-feasibility study* wraz z projektem kopalni i wszystkie te projekty już na obecnym etapie rozpoznania gwarantują opłacalność eksploatacji. Te dokonania nie byłyby możliwe bez talentu, uporu i pracowitości Profesora Speczika oraz Jego wieloletniego współpracownika i przyjaciela prof. dr. hab. S. Oszczepalskiego.

Stanisław Speczik zawsze angażował się w działalność społeczną, od przeszło 40 lat jest działaczem PZPN i członkiem władz UEFA. W Polskim Związku Piłki Nożnej był między innym Skarbnikiem, Przewodniczącym Wydziału Zagranicznego, Przewodniczącym Zespołu Doradców PZPN. W UEFA był członkiem szeregu Komisji statutowych, w tym przez 10 lat członkiem i Wiceprzewodniczącym prestiżowej Komisji Finansowej. Przez 4 lata był audytorem wewnętrznym UEFA, wybieranym na Zjazdach UEFA. Przez 24 lata był delegatem meczowym UEFA i FIFA.

Głównym polem zaangażowania społecznego Profesora Speczika jest praca na niwie ekologicznej. Jest Przewodniczącym Rady Fundacji Rzeki Jeziorki, działającej na terenie gmin Mszczonów i Pniewy, dbającej o czystość rzeki u jej źródeł, a także o sanację jej górnego biegu. Fundacja organizuje konkursy wiedzy ekologicznej w szkołach, doroczne sprzątanie rzeki Jeziorki, naprawia drogi, pomaga w zakładaniu wodociągów. Największym sukcesem Fundacji jest zakończony proces odbudowy zbiornika wodnego w Osieczku. Od dziesiątków lat S. Speczik jest działaczem i kibicem warszawskiej Polonii, od kilkunastu lat jest Przewodniczącym Rady Fundacji Rozwoju Sportu Młodzieżowego. Sztandarową imprezą tej Fundacji jest Turniej dla upamiętnienia Pamięci Małego Powstańca, w którym uczestniczy kilkuset młodych piłkarzy z krajów, które w ten czy inny sposób były zaangażowane w powstanie warszawskie. Z inicjatywy S. Speczika od kilku lat Fundacja organizuje turniej pt. „Dzieci Polonii Dzieciom", w którym uczestniczą drużyny piłkarskie z domów dziecka. Ostatnią edycję turnieju wygrała drużyna z domu dziecka im. J. Wyżykowskiego z Wilkowa, którym od lat Profesor Speczik się opiekuje. Ta drużyna wygrała z faworyzowaną I Reprezentacją Polonii Warszawa.

Współpraca ze Stowarzyszeniem Żołnierzy gen. Kleeberga zaowocowała w pomocy dla szkół noszących to imię, a także faktem, że budynki PIG były miejscem, w którym odbywały się przez kilkanaście lat wszystkie spotkania środowiska „kleeberczyków".

Państwowy Instytut Geologiczny przy niezmiennym od lat wsparciu Prof. Speczika opiekuje się do dziś podwileńskimi polskimi szkołami w Rostynianach, Karklenach, Bezdanach, Miednikach i Kowalczukach na Litwie.

W 1994 r. po mianowaniu na funkcje dyrektora PIG Prof. Speczik aktywnie włączył się w pracę FOREGS – Europejskiej Unii Służb Geologicznych – w latach 1997–1998 pełnił z wyboru obowiązki Prezydenta FOREGS. Udało mu się doprowadzić do bliższej współpracy pomiędzy FOREGS a Eurogeosurveys, czego efektem było wcześniejsze włączenie krajów Grupy Wyszehradzkiej do formalnych struktur geologicznych Unii Europejskiej. W uznaniu zasług dla FOREGS otrzymał szereg listów pochwalnych oraz został powołany na członka korespondenta Austriackiej Służby Geologicznej.

Profesor Stanisław Speczik jest generalnym dyrektorem górnictwa, posiada szereg odznaczeń państwowych, resortowych i społecznych.

We wrześniu 2000 r. został wybrany radnym Gminy Warszawa Centrum, gdzie pełnił obowiązki Przewodniczącego Komisji Planowania Przestrzennego i Ochrony Środowiska, z funkcji tej zrezygnował w 2002 r. w związku z powołaniem na stanowisko Prezesa Zarządu KGHM.

Osobnym rozdziałem w życiu Profesora Speczika jest działalność na rzecz dzieci, szczególnie tych najbardziej osamotnionych, z domów dziecka. Jego blisko 40-letnia działalność na tej niwie została doceniona w 2003 r., przyznano Mu odznaczenie, które najbardziej sobie ceni, a mianowicie „Order Uśmiechu".



Joanna i Stanisław Speczikowie

Dorobek naukowy

Profesora Stanisława Speczika

Oryginalne opublikowane prace twórcze

SPECZIK S. 1973. Mineralizacja kruszcowa w utworach kambru i prekambru południowej części niecki podlaskiej. Przegląd Geologiczny, 12, 637–641. Warszawa.

SPECZIK S. 1974. Przejawy mineralizacji kruszcowej w profilu wiertniczym karbonu dolnego z otworu Szymonków IG-1. Przegląd Geologiczny, 11, 539–543. Warszawa.

SPECZIK S., BARCZUK A. 1974. Utwory epitermalne w profilu karbonu dolnego z wiercenia Czerńczyce IG-1. Rudy i Metale Nieżelazne, 9, 492–495. Katowice.

SPECZIK S. 1979. Mineralizacja kruszcowa w utworach białego spągowca w rejonie Rawicza. Arch. Mineralog., 35(1), 43–56. Warszawa.

SPECZIK S. 1979. Mineralizacja kruszcowa w utworach karbońskich podłoża monokliny przedsudeckiej. Geologia Sudetica, 14(1), 77–122. Wrocław (praca doktorska).

SPECZIK S., WISZNIEWSKA, J., ŚNIEŻEK, E. 1980, O mineralizacji kruszcowej intruzji Suwalskiej w rejonie Udrynia. Arch. Mineralog., 36(1), 85–97. Warszawa.

SPECZIK S., WISZNIEWSKA J. 1980. Procesy diagenezy i epigenezy w skałach karbońskich północnej części monokliny przedsudeckiej na przykładzie profilu Września IG-1. Kwartalnik Geologiczny, 24(2), 265–285. Warszawa.

SPECZIK S., BARCZUK A. 1981. Z badań petrograficznych kulmu synkliny Różańcowej Góry (Góry Bardzkie). Biuletyn Wydz. Geologii, 24(2), 301–313. Warszawa.

SPECZIK S., BARCZUK A. 1981. Diageneza osadowych serii karbońskich północnej części podłoża monokliny przedsudeckiej. Arch. Mineralog., 37(2), 67–92. Warszawa.

SPECZIK S. 1982. Importance of RED Bed Sediments Relative to the formation of Permian Stratiform Copper Deposits: Part 1 and 2, 113 Annual Meeting of the Kansas Academy of Science, Materials Winfield, 3(84p). Kansas.

SPECZIK S., BARCZUK A. 1982. Procesy diagenezy i epigenezy na przykładzie skał karbońskich podłoża monokliny przedsudeckiej. Materiały Konferencji Nauk.-Techn. pt. „Rola badań laboratoryjnych w poszukiwaniu ropy naftowej i gazu ziemnego", 94–106. Warszawa.

SPECZIK S., RYDZEWSKI A. 1983. Postmagmatic processes in Lower Permian volcanic rocks from the perycline of Żary (Southwestern Poland). Arch. Mineralog., 39(1), 77–91. Warszawa.

SPECZIK S., BERENDSEN P. 1984. Iron oolites in Simpson age rocks in Northeastern Kansas. Biul. Kansas Geol. Survey, 24 s. Lawrence, Kansas.

SPECZIK S., WISZNIEWSKA J. 1984. Some comments about Stratiform tin deposits in the Stara Kamienica Chain. Mineralium Deposita, Springer Verlag, 19, 171–175. Heidelberg.

SPECZIK S. 1985. Metallogeny of pre-Zechstein basement of the Fore-Sudetic Monocline. Geologa Sudetica, 20(1), 37–111. Wrocław (praca habilitacyjna).

SPECZIK S., BERENDSEN P. 1985. A comparison of the Polish and U.S Midcontinent Stratiform Copper Occurrences. Arch. Mineralog., 40(1), 53–66. Warszawa.

SPECZIK S., FRIEDRICH G., DIEDEL R., SCHMIDT F.P., SKOWRONEK M.C. 1986. The environment of some Zechstein base metal occurrences in Europe. Acta Geologica Polonica, 39, 1–28. Warszawa.

SPECZIK S., KOZŁOWSKI A. 1987. Fluid inclusion study of epigenetic veinlets from the Carboniferous rocks of the Fore-Sudetic Monocline (South-West Poland). Chemical Geology, 61, 287–297. Elsevier, Amsterdam.

SPECZIK S., PÜTTMANN W., MERZ C. 1987. Oxidation of organic material in the Kupferschiefer and its relation to mineralization processes. Int. Symp. Zechstein. Proceedings, 83–84. Opublikowano w 1991 roku w „Zentralblat" für Geologie und Paläontologie, 1(1), 945–957. Stuttgart.

SPECZIK S., DIEDEL R., PÜTTMANN W. 1987. Origin of Kupferschiefer mineralization as suggested by Vitrinite and Liptinite rank measurements and organic-geochemical studies. Int. Symp. Hannover, Proceedings, 104–105. Published in Diagenesis 1991, 4, 16. Elsevier, Amsterdam.

SPECZIK S., WISZNIEWSKA J., BERENDSEN P. 1987. Sulphide geochemical studies of stratiform tin deposits in the Stara Kamienica Chain (South-Western Poland). Arch. Mineralog., 17(2), 31–42. Warszawa.

SPECZIK S., PÜTTMANN W. 1987. Origin of Kupferschiefer mineralization as suggested by coal petrology and organic geochemical studies. Acta Geol. Polon., 37(3–4), 167–190. Warszawa.

SPECZIK S., 1988. Relation of Permian Base Metal Occurrences to the Variscan Paleogeothermal Field of the Fore-Sudetic Monocline (South-Western Poland). [W:] Base Metal Sulphide Deposits. Editor G. Friedrich and P. Herzig. Springer Verlag, 12–24. Berlin–Heidelberg.

SPECZIK S., WISZNIEWSKA J., DIEDEL R. 1988. Minerals, exolution features and geochemistry of Fe-Ti ores of the Suwałki District (North-East Poland). Mineralium Deposita, 23, 200–210. Berlin–Heidelberg.

SPECZIK S., PÜTTMANN W., MERZ C., HAGEMANN H. 1988. Influence of organic material on mineralization processes in the Permian Kupferschiefer Formation, Poland. Organic Geochem., 13, 357–363.

SPECZIK S., PÜTTMANN W., MERZ C. 1989. The secondary oxidation of organic material and its influence on Kupferschiefer mineralization of southwest Poland. Pergamon Press. Applied Geochemistry, 4, 151–161. London.

SPECZIK S., 1989. Ochrona środowiska naturalnego – analiza kosztów i zysków. Przegl. Geol., 2, 84–89. Warszawa.

SPECZIK S., PÜTTMANN W., FERMONT W. 1989. The origin of Kupferschiefer mineralization – An organic geochemical approach. Int. Symp. Mineralization in black shales. Material, 33–35. Kraków. Abstrakt. [W:] Ore Mineralogy Reviews. 1991. Elsevier Science Publisher, 1–16. Amsterdam.

SPECZIK S., PÜTTMANN W. 1989. The origin of Kupferschiefer mineralization by organic geochemistry and coal petrology.[W:] Ore Mineralogy Reviews. 1991. Elsevier Science Publisher, 1–16. Amsterdam..

SPECZIK S., SZAMAŁEK K. 1990. Warunki kompleksowego wykorzystania surowców mineralnych. Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego w badaniach Uniwersytetu Warszawskiego, 1, 73–91. Warszawa.

SPECZIK S., BERENDSEN P., BARCZUK A. 1990. Comparative petrology of Precambrian rocks associated with the Midcontinent Rift System. KGS Open File Report. 1, 1–52. Lawrence.

SPECZIK S., 1991. Distribution of Vanadium in the Iron-Titanium-Vanadium deposits of the Suwałki Area. Arch. Mineralogiczne., 44(2), 44–59. Warszawa.

SPECZIK S. 1991. Evolution of placer gold occurrences in the vicinity of Lwówek Śląski (South-West Poland). [W:] M. Pagel, J. Leroy (red.) Source, Transport and Deposition of Metals, 709–713. Balkema, Rotterdam–Brookfield.

SPECZIK S. 1991. Origin of Kupferschiefer mineralization as suggested by organic geochemistry and coal petrology studies. Ore Mineralogy Reviews. 1991, 12. Heidelberg. [W:] Int. Symp. Mineralization in black shales, 38. Kraków.

SPECZIK S., BERENDSEN P. 1991. Sedimentary environment of Middle Ordovician rocks in northeastern Kansas. Acta Geol. Polon., 43(3–4), 215–226. Warszawa.

PÜTTMANN W., SPECZIK S., MERZ C. 1991. Oxidation of organic material in the Kupferschiefer and its relation to mineralization processes. Zentralblat fur Geologie und Paläontologie, 1(1), 945–95.

SPECZIK S., NEJBERT K. 1992. Spinele szeregu spinel-hercynit z magnetytów i ilmenitów intruzji Suwalskiej. Arch. Mineralogiczne, 48(1–2), 61–80. Warszawa.

SPECZIK S., BERENDSEN P., DOVETON J. 1992. Distribution and characteristics of Middle Ordovician oolitic ironstone in northeastern Kansas based on petrographic and petrophysical properties: a Laurasian case study. Sedimentary Geology, 76, 207–219. Amsterdam.

SPECZIK S., OLSZYŃSKI W. 1993. Platynowce w serpentynitach strefy Gogołów–Jordanów. Prace specjalne PTMin., 3, 117–122. Kraków.

SPECZIK S., NICZYPORUK K. 1993. Gold in arsenic minerals of Złoty Stok. Mineralogia Polonica, 24(1–2), 21–31. Kraków.

SPECZIK S., OLSZYŃSKI W. 1993. Ore mineralization of Lutynia (South-West Poland). Kwart. Geol., 4, 488–500. Warszawa.

SPECZIK S., OLSZYŃSKI W. 1993. PGM and arsenic Au-rich mineralizations in serpentinites of Ślęża ofiolite. (South-West Poland). Recent Research in Geology Applied to ore deposits. University of Granada. ISBN 84-338-1772-8, 563–578. Granada.

SPECZIK S., BECHTEL A., FERMONT J., PÜTTMANN W. 1993. Combined application of various geochemical methods on Kupferschiefer of the North-Sudetic Syncline South-West Poland: Evidence for post-depositional accumulation of copper and silver. [W:] Recent research in Geology Applied to ore deposits. University of Granada. ISBN 84-338-1772-8, 213–217. Ibidem s. 578–582.

SPECZIK S., DIEDEL R. 1993. The origin of Kupferschiefer Mineralization in the Variscian Fold Belt of Southwestern Poland. [W:] Rhenohercynian and Subvariscan Fold Belts. Vieweg Publishing, 369–384. Wiesbaden.

SPECZIK S., NICZYPORUK K. 1994. Metasomatic processes in the vicinity of Złoty Stok Massif. [W:] Second Workshop on Variscan Metallogeny. ISBN 83-8583-24-4, 85–102. Warszawa.

SPECZIK S., SUN Y Z., PÜTTMANN W. 1994. Influence of the environment of Kupferschiefer deposition on base metal accumulation in the Fore-Sudetic Monocline. IX IAGOD Symposium Beijing Materials, 747–748. Pekin.

SPECZIK S. 1994. Kupferschiefer mineralization in the light of organic geochemistry and coal petrology studies. Kwart. Geol., 38(4), 1–10. Warszawa.

SPECZIK S., WOŁKOWICZ W. 1995. Origin of alluvial gold. A case study of Bóbr river. SGA III Meeting. Balkema. ISBN 90-5410-550X, 195–198. Rotterdam.

SPECZIK S., SUN Z., PÜTTMANN W. 1995. Trace elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in recent alluvial sediments of LGOM district. SGA III Meeting. Balkema. ISBN 90-5410-5500, 199–203. Rotterdam.

SPECZIK S., BECHTEL A., SUN Y.Z., PÜTTMANN W. 1995. A stable isotope and organic geochemical study of the relationship between the Anthracosis shale and Kupferschiefer mineralization (South-East Poland). Chemical Geology, 123, 15–33. Elsevier. Amsterdam.

SPECZIK S., PIESTRZYŃSKI A. 1995. Au – mineralization from the Ślęża ophiolite complex, Poland. Mineral Deposits. Pasava, Kribek, Żak (red.) Balkema. ISBN 90-5410-550X, 191–195. Rotterdam.

SPECZIK S. 1995. The Kupferschiefer mineralization of Central Europę. New aspects and major areas of future research. Ore Geology Reviews, 9, 411–426. Elsevier. Rotterdam.

SPECZIK S., NICZYPORUK K. 1995. Złoto rodzime w minerałach arsenowych ze Złotego Stoku. Materiały Konferencji „Góry Złote – geologia, okruszcowanie, ekologia", 71–78. Uniwersytet. Wrocławski, Uniwersytet Mesaryka w Brnie.

SPECZIK S., SUN Y.Z., PÜTTMANN W. 1995. Differences in the depositional environment of basal Zechstein in South-West Poland. Implication for base metal mineralization. Organic Geochemistry., 9, 819–835. London.

SPECZIK S., SAWŁOWICZ Z. 1996. Substancja organiczna i jej rola w procesach złożotwórczych. Monografia KGHM Polska Miedź SA: 252–258. Wrocław.

SPECZIK S., RYDZEWSKI A. 1996. Perspektywy trwałości rozwoju KGHM Polska Miedź SA Monografia KGHM,: 1204–1222. Wrocław.

SPECZIK S., PIESTRZYŃSKI A., BANASZAK A., OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A. 1996. Jakość złoża KGHM Polska Miedź SA w świetle najnowszych wyników badań. Prace PIG: „Uroczysta Sesja Naukowa 40-lecie odkrycia złóż rud miedzi i 35-lecie KGHM Polska Miedź SA,: 23–29. Warszawa.

SPECZIK S., BANASZAK A., OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A. 1996. Stan badań utworów cechsztynu w Polsce – perspektywy odkrywcze obszarów metalonośnych. Prace PIG: „Uroczysta Sesja Naukowa 40-lecie odkrycia złóż rud miedzi i 35-lecie KGHM Polska Miedź SA, 17–23. Warszawa.

SPECZIK S., PIESTRZYŃSKI A., STEC R., PIECZONKA J. 1996. Możliwości poprawy odzysku złota i platynowców ze złóż rud miedzi KGHM Polska Miedź SA Konferencja NTT. Abstrakt + artykuł, 69–89. Lubiatów.

SPECZIK S. 1996. Strategia „Przeróbki" na tle programu obniżki kosztów w KGHM Polska Miedź SA, Konferencja NTT, 1–8. Lubiatów.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., PIESTRZYŃSKI A., RYDZEWSKI A., NICZYPORUK K. 1997. Poszukiwania cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w SW Polsce. [W:] A. Muszer (red.), Metale szlachetne w NE części Masywu Czeskiego i w obszarach przyległych – geneza, występowanie, perspektywy, 48–55.

SPECZIK S., MUSZER A. 1997. Charakterystyka wystąpień minerałów PGE w serpentynitach z Nasławic. Ibidem, s. 74–81.

SPECZIK S., MUSZER A. 1997. Związek okruszcowania Ni-Sb z PGE w serpentynitach z Nasławic (ofiolit Ślęży). Przegląd Geologiczny, 3(43), 282–287. Warszawa.

SPECZIK S., WOJCIECHOWSKI A. 1997. Złotonośne utwory z pogranicza czerwonego spągowca i cechsztynu niecki północnosudeckiej w okolicach Nowego Kościoła. Przegląd Geologiczny 45(9), 872–888.

SPECZIK S., MIKULSKI S. 1997. Gold – polymetalic deposits within metamorphic covers of Paleozoic granitoides in the Sudetes SW Poland – EWGS/UNESCO Deposits Modeling program, 31–36.

SPECZIK S., RYDZEWSKI A., OSZCZEPALSKI S., PIESTRZYŃSKI A. 1997. Exploration for Cu -Ag and Au-Pt-Pd Kupferschiefer – type deposits in SW Poland. [W:] H. Papunen (red.), Mineral Deposits, 119–122, Balkema Rotterdam ISBN 9054108894.

SPECZIK S., PIESTRZYŃSKI A., PIECZONKA J., OSZCZEPALSKI S., BANASZAK A. 1997. Noble metals from the Kupferschiefer-type deposits in SW Poland. [W:] H. Papunen (red.), Mineral Deposits, 563–566.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A. 1998. Poszukiwanie cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w Polsce. Przegląd Techniczny, 18–25.

SPECZIK S., RYDZEWSKI A., OSZCZEPALSKI S. 1998. Badania cechsztynu miedzionośnego w SW Polsce: strategia i perspektywy poszukiwawcze. Polskie Towarzystwo Mineralogiczne – Prace specjalne, 10, 51–70.

SPECZIK S., WOJCIECHOWSKI A. MACIOŁEK J.B., FARBISZ J. 1999. Mercury as an indicator of the regional extend of gold mineralizing processes in the North Sudetic trough, Sudetes MTS. (Poland). Comunicaciones 50(105–109). Chile.

SPECZIK S., MIKULSKI S.Z., OLSZYŃSKI W., WOJCIECHOWSKI A. 1999. Primary gold deposits and occurrences in the Sudety Mts., SW Poland. [W:] C.J. Stanley i in. (reds.), Mineral Deposits, 1415–1419. Rotterdam.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A. 1999. Rote Faule-related Au-Pt-Pd mineralization in SW Poland: new data. [W:] Mineral Deposits: processes to processing. Proceedings of the Fifth Biennial SGA Meeting and the Tenth Quadrennial IAGOD Symposium. London, UK, 22–25 August. Vol. 2, 1423–1426.

NOWAK G.J., SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2001. Petrographic composition of organic matter in the Kupferschiefer horizon of Poland. [W:] Mineral Deposits at the Beginning of 21st Century, 6th Biennial SGA Meeting, Piestrzyński A. i in., (red.). ISBN 90 2651 8463, 67–71. Balkema Publishers, Rotterdam.

OLSZYŃSKI W., MIKULSKI S.Z., SPECZIK S. 2001. Deposits and ore mineralization associated with Ophiolite Complexes in the Sudetes Mts. (Poland). [W:] Mineral Deposits at the Beginning of 21st Century, 6th Biennial SGA Meeting, Piestrzyński A. i in., (red.). ISBN 90 2651 8463, 67–71. Balkema Publishers, Rotterdam, s. 615–618.

SPECZIK S., MIKULSKI S.Z. 2001. The origin of Złoty Stok Au-As deposit, Poland: preliminary organic geochemical and isotopic studies. Ibidem 101–104.

MIKULSKI S., SPECZIK S. 2002. Organic matter and its relation to metal distribution in the western ore field of the Złoty Stok Au-As Deposit Lower Silesia, Poland. IAGOD CONGRESS Materials, Windhoek Namibia. Extended Abstract and Presentation – CD-ROM Volume.

BACHOWSKI C., KIEDEL Z., SPECZIK S. 2002. Zmiana wizerunku KGHM Polska Miedź SA od „truciciela" do lidera Polskiej Ekologii. Materiały Konferencji: Zrównoważony Rozwój Ekoregionu Czechy–Saksonia–Dolny Śląsk, 11–27, ISBN: 83-901-1926-5-9. Wrocław – Interpoltex.

SPECZIK S., SIEWIERSKI S., BUTRA J. 2002. Aktualny stan i kierunki techniki strzałowej w górnictwie rud miedzi. II Międzynarodowa Konferencja Techniki Urabiania. ISBN: 83-915742-5-3, 669–683, AGH Kraków. także w WUG 7, 3–8.

SPECZIK S., BACHOWSKI C., WIRTH H. 2003. Sustainable development of KGHM Polska Miedź SA – International cooperation in research and development. [W:] Mine Waste Techniques, Corina Hebestrreit i in. (reds). ISBN 83-90688-7-3, 175–180. Kraków.

MIKULSKI S.Z., SPECZIK S. 2003. Unstructured organic matter and its relation to gold mineralization in Złoty Stok Au-As Deposits (Western Sudetes). Special Papers of Mineralogical Society of Poland, 23(V23), 139–147. Kraków. Publikacja I referat na X Kongresie PTMin.

SPECZIK S., BACHOWSKI C., DUBIŃSKI J., MUTKE G., JAŚKIEWICZ K. 2003. Korelacja rejestrowanych przyśpieszeń drgań z obserwowaną intensywnością wstrząsów z obszaru LGOM. Materiały Sympozjum „Warsztaty 2003".

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., NICZYPORUK K., NOWAK G.J., GROTEK J. 2003. Organic matter alteration trends in the Polish Kupferschiefer. In 7th Biennial SGA Meeting. Athens Greece Rotterdam Millpress 2, 853–856.

SPECZIK S., BACHOWSKI C., MIZERA A., GROTOWSKI A. 2003. Stan aktualny i perspektywy gospodarki odpadami stałymi w KGHM Polska Miedź SAMateriały Sympozjum „Warsztaty 2003", 155–179.

SPECZIK S., BACHOWSKI C., BYRDZIAK H., JĘDRZEJEC M. 2003, Freiberg. Polish Copper Industry to Match Environmental European Standards. Geokinematischer TAG. Heft 1, 13–25. VGE Verlag Essen

SPECZIK S. 2003. Warsztaty Górnicze, Zmiana wizerunku KGHM od truciciela do przyjaciela środowiska. ISBN 83-89174-31-6, 8–15.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., NICZYPORUK K., NOWAK G. 2003. Cu-Ag and Au-Pt mineralization in Poland – a reappraisal from organic matter. [W:] Symposium – BOR 100, 1–6.

SPECZIK S. 2003, Krynica. Forum Gospodarcze. Zrównoważony rozwój dużych transformujących się organizacji gospodarczych na przykładzie KGHM Polska Miedź SA, 1–7.

SPECZIK S., ŚNIEGOWSKI I., SAMOKAR Z., JĘDRZEJEC M. 2004, Freiberg. Analyse der Stärksten Abbauinduzierenden Erdschutterung des Jahres 2002 im Sicherheitspfeiler der Stadt Polkowice und ihre Auswirkung auf Hochhäuser. 5. Geokinematischer. VGE Verlag, 132–148.

SPECZIK S., NOWAK G.J., GROTEK, I. 2005. Przeobrażenie materii organicznej w cechsztyńskim łupku miedzionośnym – wskaźniki procesów mineralizacyjnych. Przegląd Geologiczny, 4, 342–343. II Ogólnopolska Konferencja Badania Petrologiczne i Mineralogiczne w Geologii PIG 2005.

SPECZIK S., MIKULSKI S., KOZŁOWSKI A. 2005, Beijing, Chiny. 8th Biennial SGA Meeting Beijing. Fluid inclusion study of quartz veins from the orogenic Klecza gold deposit in the Kaczawa Mountains (SW Poland), 793–796.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., NOWAK, G., GROTEK I. 2005, Ibidem. Alteration of organic matter as a new exploration quide for Kupferschiefer Cu-Ag and Au-Pt-Pd deposits, 1065––1068.

SPECZIK S., MIKULSKI S. 2006, Moscow. XII Quadrenial IAGOD Conference. The paleozoic black schists of Kaczawa metamorphic complex – the favorable host rocks of the Au mineralization at the Klecza deposits (Southwestern Poland). Abstract No 247.

MIKULSKI S.Z., KOZŁOWSKI A., SPECZIK S. 2007. Fluid inclusion study of gold bearing quartz--sulphide veins and cassiterite from Czarnów As deposits ore (SW Poland). SGA Conference in Dublin. Digging deeper, 805–808.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., KARWASIECKA M., Nowak J. 2007. Kupferschiefer – A hunt for new reserves. SGA Conference in Dublin. Digging deeper, 237–240.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., NOWAK G., KARWASIECKA M. 2007. Cechsztyński Łupek Miedzionośny – Poszukiwanie nowych rezerw. Biuletyn PGI, 423, 173–188.

NOWAK J.G., SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2008. Refleksyjność materii witrynitopodobnej jako wskaźnik dojrzałości termicznej cechsztyńskiego łupku miedzionośnego. Biuletyn PIG, 429, 125–130.

MIKULSKI S.Z., SPECZIK S. 2008. Organic and inorganic geochemistry of gold mineralization at the Złoty Stok, Southwest Poland. Applied Earth Sciences (Trans.Inst.Min. Metall. B) 117, 149–158.

KOTARBA J.M., SPECZIK S., i in. 2008. Materia organiczna i jej rola w procesach złożotwórczych. Monografia KGHM Polska Miedź SA, 207–214.

SPECZIK S., SMAKOWSKI T. 2008. Kierunki polityki surowcowej Polski. Rytro 2008. „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 24(4/4), 382–384.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2009. Maturity assessment by Rock-Eval pyrolysis as an exploration tool, Kupferschiefer, Poland. [W:] Smart Science for Exploration and Mining (P.J. Williams i in., reds). Proceedings of the Tenth Biennial SGA Meeting, Townsville 2009, 734–736.

MIKULSKI S., SPECZIK. S. 2009. The unstructured Organic Mater and its relation to serpentinization and gold mineralization in the Złoty Stok Au-As skarn deposit. Ibidem: 248–252.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2009. Rudy miedzi i srebra. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na dzień 31.12.2007. PIG, 76–94.

SPECZIK S., MIKULSKI S.Z. 2010. Założenia dla nowych projektów wierceń poszukiwawczo-badawczych w Polsce. Biuletyn PIG, 429, 333–338.

SPECZIK S., MIKULSKI S.Z. 2010. Projekty wierceń za rudami metali – nowe perspektywy poszukiwawczo-badawcze w PolsceZeszyty Naukowe IGSMiE PAN, 79, 97–110.

SPECZIK S., GĄSINSKI A., KONOPKA G. 2010. Nowe dane o kaolinie ze złoża łupków kwarcytowych „Jegłowa". Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, 79, 233–244.

MIKULSKI S.Z., SPECZIK S. 2011. Metallogeny of the Variscan Kłodzko–Złoty Stok Intrusion and its metamorphic aureole (SW Poland) – an example of variable ore mineralization. [W:] Lets Talk Ore Deposits. 11th SGA Biennial Meeting, Antofagasta 2011, 193–195 .

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2011. Gold mineralization in the Kupferschiefer oxidized series of the North-Sudetic Through, SW Poland. [W:] Gold in Poland, AM Monographs 2, 153–168.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2011. Złoża prognostyczne rud miedzi na Monoklinie Przedsudeckiej – nowa perspektywa. [W:] Geolodzy w służbie Polskiej Miedzi (red A. Banaszak, S. Downorowicz, R. Leszczyński, D. Mudry) Konferencja Środowiskowa Geologów Lubin 2011, 67–85.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2011. Prospectivity analysis of the Polish Kupferschiefer – New insight. [W:] Let's Talk Ore Deposits. 11th SGA Biennial Meeting, Antofagasta 2011, 294–296.

SPECZIK S., PEPEL A., JÓŹWIAK W., DZIEWIŃSKA L. 2011. Możliwości wykorzystania impulsowej postaci zapisu sejsmicznego do rozpoznania złóż prognostycznych miedzi i srebra w północnej części monokliny Przedsudeckiej. XXI Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi", Krynica, 117–137.

SZAMAŁEK K., MARCINOWSKA A., NEJBERT K., SPECZIK S. 2011. Sea-floor massive sulphides from the Galápagos Rift Zone – mineralogy, geochemistry and economic importance. Kwartalnik Geologiczny, 55(3), 187–202.

GASINSKI A., SPECZIK S. 2011. S. Ilasta pułapka. Akademia: Magazyn Polskiej Akademii Nauk, 28(4), 24–26.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2011. Rudy miedzi i srebra. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31 XII 2009 r., 76–93, PIG-PIB.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2012. Perspektywy górnictwa miedziowego w Polsce – nowe wyzwania. [W:] Geologia jedna?! II Polski Kongres Geologiczny, Warszawa, 81–92. Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, Polskie Towarzystwo Geologiczne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., PEPEL A., JÓŹWIAK W. 2012. Analiza i przetwarzanie danych geofizycznych jako instrument poszukiwań złóż Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej. Biuletyn PIG 452, 257–288.

GĄSINSKI A., SPECZIK S. 2012. Skład mineralny i właściwości ceramiczne wybranych kopalin ilastych z kopalin węgli brunatnych w Polsce. Konferencja IGSMiE PAN, Krynica. 12 s.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., CHMIELEWSKI A. 2013. Exploration and mining perspective of the Kupferschiefer series in SW Poland: digging deeper? [W:] Mineral deposit research for a high-tech world. 12th SGA Biennial Meeting, Proceedings, Uppsala, 2, 687–690.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P. 2013. Prognostyczne złoże rud Cu-Ag w województwie lubuskim (SW Polska). Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 85, 231–236.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., MAŁECKA K. 2014. Nowe dane bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 88, 235–250.

MAŁECKA K., SPECZIK S. 2013. Perspektywy znalezienia i zagospodarowania głębokich złóż miedzi i srebra w Polsce. LXXXII Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego „Wyzwania geologii regionu górnośląskiego w XXI wieku", 12 s.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2014. Perspektywiczna baza zasobowa rud miedzi w Polsce. Rola Polski w zwiększaniu bezpieczeństwa surowcowego Unii Europejskiej, 5–23, EFNI, Sopot.

SPECZIK S. 2015. Szansa czy iluzja? – Głębokie kopalnie miedzi i srebra w Polsce. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 91, 179–192.

SPECZIK S. 2015. Nowe kopalnia miedzi i srebra – Szansa czy Fantasmagoria. Międzynarodowy Kongres Górnictwa Rud Miedzi. Lubin, 12 s.

CHMIELEWSKI A., OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. 2015. Relict Mineralization in the Transition Zone, Kupferschiefer Series of SW Poland. Mineral resources in sustainable world, 13th SGA Biennial Meeting, Nancy. Proceedings, 5, 1897–1900.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., CHMIELEWSKI A. 2015. Future of copper exploration in Poland. Proceedings, 13th SGA Biennial Meeting, Nancy, Proceedings, 5, 2025–2029.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., MAŁECKA K., CHMIELEWSKI A. 2016. Prospective cooper resources in Poland. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resource Management, 32(2), 5–31.

MIKULSKI S., SPECZIK S. 2016. The auriferous ore mineralization and its zonal distribution around the Variscan Kłodzko–Złoty Stok granitoid pluton in Sudetes (SW Poland). Kartalnik Geologiczny, 44 s.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P. 2016. Deep Cu-Ag deposits – a chance for progress in the copper industry. 35th Geological Congress 2016, Extended Abstract 1–8.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S. 2017. Głębokie złoża miedzi i srebra szansą dla górnictwa metali w Polsce. Biuletyn PIG 468, 153–164.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S., CAPIK K. 2017. Strategia, instrumenty i rezultaty poszukiwań głębokich złóż miedzi i srebra na monoklinie przedsudeckiej. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 100, 313–328.

SPECZIK. S., KRZEMINSKI. P. 2017. The sediment hosted polymetal target in SW Poland. 14th SGA Biennal Meeting Quebeck Canada, Proceedeings, 2, 673–677.

OSZCZEPALSKI S., CHMIELEWSKI A., SPECZIK S., KRZEMINSKI P. 2017. The northwest trending extension of Lubin Sieroszowice deposit, Ibidem, 3, 1159–1163.

OSZCZEPALSKI S., CHMIELEWSKI A., SPECZIK S. 2017. Zmienność mineralizacji kruszcowej w rejonie północno-zachodniego przedłużenia złoża Lubin–Sieroszowice. Biuletyn PIG 468, 109–141.

SPECZIK S., CAPIK K. 2018. Wpływ podatku od wydobycia miedzi i srebra na nowe inwestycje. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 106, 133–146.

DZIEWIŃSKA L., PEPEL A., SPECZIK S., JÓŹWIAK W., ZIELIŃSKI K. 2019. New Methodology of aplication of historical geophysical materials for the exploration of minerals deposits, as presented for the Nowa Sól area. 15th SGA Biennial Meeting, Proceedings, 3, 1341–1347.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S., ZIELINSKI K., CHMIELEWSKI A. 2019. The Kupferschiefer Deposits and Prospects in SW Poland: Past, Present and Future. Minerals 9(10), 592–634.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., CHMIELEWSKI A. 2019. Exploration for a new Cu-Ag Kupferschiefer-type deposit north of the Lubin–Sieroszowice copper district. 15th SGA Biennial Meeting, Proceedings, 1, 229–232.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. Przyszłość bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. XXIX Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi", Wyd. IGSMiE PAN, 89–116.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S. 2019. Strategia poszukiwania i dokumentowania głębokich stratoidalnych złóż Cu-Ag w Polsce. Górnictwo odkrywkowe 2, 56–62.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., JÓŹWIAK W., ZIELIŃSKI K. 2020. Application of Historical Geophysical Materials in Searching for Cu-Ag Ore Deposits– A New Direction of Research. Minerals 10(8), 725–749.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2020. Dokumentowanie głębokich złóż miedzi i srebra – kryteria inwestorskie. Górnictwo odkrywkowe 1, 43–54.

DOWNOROWICZ S., SPECZIK S. 2021. Wstępna ocena warunków hydrogeologicznych złoża rud miedzi i srebra „Nowa Sól". Polskie górnictwo rud miedzi – Zmiany środowiskowe. Towarzystwo Konsultantów Polskich, Oddział w Lubinie, 224–256. ISBN 978-83-927557-7-7.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S., BIEŃKO T., PIETRZELA A. 2021. Land management recommendations for protecting potential copper and silver mining areas in Lubuskie province, western Poland. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resource Management 37(1), 81–98.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., PIETRZELA A. 2021. The prospecting strategy for a deep Cu-Ag ore deposit in Poland – An anatomy of success. Ore Geology Reviews 131(3).

SPECZIK S., BIEŃKO T., PIETRZELA A., ZIELIŃSKI K. 2021. Zmienność rozmieszczenia metali w nowo udokumentowanych złożach Monokliny Przedsudeckiej. XXX Konferencji „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 85–88.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., PIETRZELA A. 2021. Dokumentowanie głębokich złóż miedzi i srebra – kryteria inwestorskie. XXI Seminarium z cyklu „Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń", Lublin 2021, s. 11, Górnictwo Odkrywkowe, 43–55.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S, PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2022. Możliwości udokumentowania nowych złóż miedzi w północnym pasie miedziowym (Northern Copper Belt) na monoklinie przedsudeckiej. Górnictwo Odkrywkowe 1, 26–32.

SPECZIK S., SZAMAŁEK K., WIERCHOWIEC J., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2022. The new Northern Copper Belt of south-western Poland: a summary. Acta Geologica Polonica, 72(4), 469–477, DOI: 10.24425/agp.2022.140435.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S. 2023. Zasoby pozabilansowe złóż rud miedzi i srebra w Polsce – problemy w świetle obowiązujących przepisów prawnych. Górnictwo Odkrywkowe 2, 16–26.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S. 2023. The Northern Copper Belt – a chance for new giant copper district in Poland. 17 SGA Biennial Meeting Zurich. Materials.

Podręczniki, skrypty

SPECZIK S. 1986. Metallogeny of Zn-Pb ores of the Silesia-Cracow Region. Minerał Deposits of the Cracow Upland: 11. Warszawa. Skrypt.

SPECZIK S., KOZŁOWSKI A. 1986. Z geologią za Pan Brat. (Hob nob with Geology). Iskry. Warszawa.

SPECZIK S. 1992. Geneza złóż Pb-Zn regionu śląsko-krakowskiego na tle innych złóż tego typu na świecie. Przewodnik do ćwiczeń, artykuł: 27–37. Warszawa. Edytor Skryptu.

SPECZIK S. 1994. Second Workshop on Variscan Metallogeny. Edytor i współautor. ISBN 838583, 24–4. Warszawa.

SPECZIK S. 1996. Perspektywy trwałości i rozwoju KGHM. Monografia: współedytor, 1–53 oraz 1197–1204. Wrocław.

SPECZIK S. 2002. Czterdzieści lat Polskiej Miedzi. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Seria Wykłady 22, 1–28, Kraków.

Inne publikacje, abstrakty, postery

SPECZIK S. 1983. O lepsze wykorzystanie surowców mineralnych Polski. Nowe Drogi, 6, 83–94. Warszawa.

SPECZIK S. 1985. Relation of Permian base metal occurrences to Variscan paleogeothermal field of the Fore-Sudetic Monocline. Results of fluid inclusion studies and vitrinite rank determinations. Fortschrite der Mineralogie Bd., 63(1), 222. Stuttgart.

SPECZIK S., FRIEDRICH, G., DIEDEL R. 1986. The environment of formation and source of metals for some Kupferschiefer occurrences in Central Europe. Canadian Mineralogist, 24/207. Also [W:] International Symposium on Sediment-Hosted Stratiform Deposits, Abstracts, 130 s. Ottawa.

SPECZIK S., DIEDEL R. 1986. Entstehung und Verteilung von Vanadium führenden Mineralen in den Eisen-Titan-Vanadium Lagerstätten des Suwałki Distrikts (Nordes-Polen). Fortschritte der Mineralogie Bd., 64(1), 32. Stuttgart.

SPECZIK S., HAGEMANN H., PÜTTMANN W. 1987. Influence of organic materiał on mineralization processes. Int. Symp. Organic Geochemistry. Materials, 67–78. Wenecja.

SPECZIK S. 1989. Oxidation of organic matter and its influence on Kupferschiefer mineralization of Southwest Poland. 28 Geological Congress Washington. Materials 2pg.

SPECZIK S., EL-SAYED A.A. YOUSSEF, 1989. Origin of Barite occurrences in the Baharyja Oasis. Western Desert, Egypt. ECROFI X Conference. Materials, 86–87. London.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J. 1990. Origin of placer gold deposits of the North Sudetic Syncline (South-West Poland. Berichte der Deutsch. Mineral. Gesell., 2(1), 245. Nägele u. Obermiller. Stuttgart.

SPECZIK S., 1990. Rifting, organic matter and origin of Kupferschiefer mineralization in Central Europę. IAGOD Conference Ottawa. Materials, A: 159. Ottawa.

SPECZIK S., PÜTTMANN. W., BECHTEL A., FERMONT J.J. 1992. Post-depositional metal accumulation in the Permian Kupferschiefer by thermocatalitical sulphate reduction – evidence from organic geochemical investigations. Int. Geol. Congress Tokio Proceedings. Materials, A III: 243–247. Tokio.

SPECZIK S., Olszyński W. 1992. Metal zoning in the vicinity of Złoty Stok, Sudetes. Berichte der Deutsch. Min. Gesell., V(4), 264. Stuttgart.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J. 1990. Origin of placer gold deposits of the North-Sudetic Syncline (South-West Poland. Berichte der Deutsch. Mineral. Gesell., 2(1), 245. Nägele u. Obermüller. Stuttgart.

SPECZIK S., PÜTTMANN. W., BECHTEL A., FERMONT J.J. 1992. Post-depositional metal accumulation in the Permian Kupferschiefer by thermocatalitical sulphate reduction – evidence from organic geochemical investigations. Int. Geol. Congress Tokio Proceedings. Materials, A III: 243–247. Tokio.

SPECZIK S., DIEDEL, R. 1989. Structural evolution of Rhenohercynian Fold Belt and origin of Kupferschiefer mineralization. Int. Symp. Rhenohercynian and Subvariscan Fold Belts. Materials, 7 s. (Boppard).

SPECZIK S. 1989. Oxidation of Organic Matter and its influence on Kupferschiefer Mineralization of Southwestern Poland. 28 IGC Washington. Materials, 3(3), 160. Washington.

SPECZIK S., BERENDSEN P. 1989. Sedimentation of Middle Ordovician (Simpson Group) in northeastern Kansas. KGS rocks Spec. Paper: 24 s. Lawrence.

SPECZIK S., STRENGEL J., JANKOWSKI J. 1993. Epigenetic veins in Kupferschiefer deposits of SW Poland. Arch. Mineral., T. XLIX, 203–205. Warszawa.

SPECZIK S., NEJBERT K. 1993. 71 Jahres Tagung der DMG. Monachium. Compositional and textural varieties of pleonaste hercynite intergrowths in Suwałki ores NW Poland. Berichte der DMG. S. 25–27.

SPECZIK S., NEJBERT K. 1993. 71 Jahres Tagung der DMG Monachium. Compositional and textural varieties of pleonaste hercynite intergrowths in Suwałki ores NE Poland. Berichte der DMG Tagung 23–24.

SPECZIK S., SUN Y.Z., BECHTEL A., PÜTTMANN W. 1994. The Anthracosia shale (Lower Permian) – Intraformational processes and organic mediated post-depositional mineralization. Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, 6(1), 371. Freiberg.

SPECZIK S., SZAMAŁEK K. 1994. Możliwości zastosowania krajowych surowców ilastych do utylizacji odpadów galwanicznych. Materiały konf. Biomateriały, materiały w ochronie zdrowia i środowiska, 7–11. Kraków.

SPECZIK S., MARTINEZ-STRENGEL M.1994. Epigenetic Alpine veins in Variscan Kupferschiefer deposits of South-West Poland. [W:] Variscan metallogeny in Alpine orogenic belt. Stara Leśna, 22. Stara Leśna, Slovakia.

SPECZIK S., SYN YZ., PUTMANN W. 1994. The Anthracosia shale (Lower Permian) – an another example of organic mediated post-depositional mineralization. IX International Geological Congres and IAGOD Symposium Beijing Materials, 744–745. Pekin.

SPECZIK S., Sun Y.Z., Puttmann W. 1994. IBIDEM. Influence of Environment of Kupferschifer deposition on Base metal accumulation in the North Sudetic Syncline and Fore Sudetic Monocline. Materials, 344–345.

SPECZIK S. 1994. Wyrwać spod ziemi cały nasz majątek. Sztandar Młodych z dn. 8 grudnia, 6 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1994. O surowcach kamiennych w Cedzynie. Marmur kiepsko obrobiony. Gazeta Bankowa, 48, 1. Kielce, Radom,Tarnobrzeg.

SPECZIK S. 1995. Państwowy Instytut Geologiczny dla autostrad. Rzeczpospolita, 223(4176). Warszawa.

SPECZIK S. 1995. Państwowy Instytut Geologiczny – spojrzenie w przyszłość. Przegląd Geologiczny, 43, 64–65. Warszawa.

SPECZIK S. 1995. Państwowy Instytut Geologiczny i jego potencjał dla realizacji prac w ochronie środowiska naturalnego. Materiały Konferencji „Kartograficzne metody badań", Pułtusk 27–28 listopada 1995, PIG Warszawa.

SPECZIK S. 1998. Analityka w służbie geologii i ochrony środowiska. Przegląd Geologiczny, 9, 894.

SPECZIK S., MUSZER A.,. OLSZYŃSKI W. 1999. PGE Mineralization in serpentinites of the Sudeten ophiolite complex (SW Poland). Geological Association of Canada, Mineralogical Association of Canada; Joint Annual Meeting 1999 Laurentian University Sadbury. Abstract 24, 89–90.

SPECZIK S., NICZYPORUK K., SOKOŁOWSKA G., WOJCIECHOWSKI A. 1996. Gold ores of the Pieniny Mts., Poland Tertiary epithermal Au-Ag locaties. Anuarul Instytutu Geologie al Romaniei. Materials, 8 s. Bukareszt.

SPECZIK S. 1996. Gold potential in Poland. Recent Results. IGR-90. IBIDEM, Abstracts, 146. Bukareszt.

SPECZIK S., WOJCIECHOWSKI A. 1996. New results of gold exploration in southwestern Poland. Geological Survey of Egypt. Materials Cairo-Egypt 19–22 Nov. 1996, 177–183. Kair.

SPECZIK S. 1996. Złoto i metale w ofiolicie Ślęży. PTG/ING. Streszczenia referatów, 1, 25–27. Wrocław.

SPECZIK S. 1996. Przed nami jeszcze wiele różnych otwartych dróg. Miedziak, 10(13), 4–5. Lubin.

SPECZIK S. 1996. Państwowy Instytut Geologiczny twórcą surowcowych podstaw przemysłu metalowego w Polsce. Rzeczpospolita, 271(4525) Warszawa.

SPECZIK S., OLSZYŃSKI W. 1997. Sudetian terranes and submarine hydrothermal sulfide mineralization. Materiały Konferencji SEG Neves Corvo "Field Conference". Lizbona. Abstract volume s. 65.

SPECZIK S. 1997. Państwowy Instytut Geologiczny. Przegląd Techniczny 22, 19.

SPECZIK S. 1997. Unikalne i bogate. Miedziak 8, 6.

SPECZIK S. 1997. Przyszłość budowana wspólnie Polsce Miedź 2000 – 7/14.

SPECZIK S. 1997. Monografia KGHM PM SA. Cuprum Nr 2/3, 161–162.

SPECZIK S., MIKULSKI S. 1998. Scheelite metasomatites in the Ptasznik enclave of the Kłodzko – Złoty Stok intrusion. [W:] R. Seltmann, G. Gonevchuk, A. Khanchuk (reds.), Anatomy and textures of ore-bearing granitoids of Sikhote Alin (Primorye, Russia) and related mineralization: Potsdam: GeoForschungs Zentrum, 59–60.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A. 1998. Złoto na Monoklinie. Przegl. Tech. Rohstoffwirtschaft in der Republik Polen 50. Berg – und Huttenmannischer-Tag, Freiberg . Materials 16 s.

SPECZIK S. 1999. Berg und Huttenmanischer Tag. Freiberg. Rohrsstof und Wirthschaft in der Republik Polens. Ibidem, 27–33.

SPECZIK S., GRANICZNY M., KOWALSKI Z., PEREZ-PEREZ C., PIOTROWSKI J. 2000. Wykorzystanie zdjęć satelitarnych dla kartowania geologicznego w warunkach klimatu tropikalnego. Przegląd Geologiczny 2, 130–136.

SPECZIK S., MIKULSKI S.Z., OLSZYŃSKI W., WOJCIECHOWSKI, A. 2000. Mesothermal gold deposits in the Sudeten Mts. (Poland). [W:] Int. Geol Congress Rio de Janero, 16–17 August Abstract Volume – wersja elektroniczna.

SPECZIK S. 2003. Zmiana wizerunku KGHM Polska Miedź SA od truciciela do przyjaciela środowiska. Sympozja i Konferencje 59, Szklarska Poręba 26–28 maja 2003, 13–17.

SPECZIK S. 2003. Możliwości udziału dużych firm we wspólnych – uwzględniających samorządy i MSP – projektach infrastrukturalnych. II Konferencja PKPP o barierach wzrostu, Materiały 13–17.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2004. Alteration controls on the formation of Rote Fäule-related Au-PGE mineralization in the Polish Kupferschiefer 32nd Int. Gel. Congress Florence-Italy, Abstract vol., 2 abs.184–4, s. 876.

SPECZIK S., NOWAK G.J., OSZCZEPALSKI S., GROTEK I. 2004. Petrological recognition of secondary altered organic matter in the Zechstein Kupferschiefer from Poland. 56th Annual Meeting of the International Committee for Coal and Organic Petrology, 12–18 Sept. 2004 Budapest, Hungary. Abstract Book, 30–32.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., NOWAK G.J., GROTEK I. 2005. Przeobrażenie materii organicznej w cechsztyńskim łupku miedzionośnym – wskaźniki procesów mineralizacyjnych. Przegl. Geol., 4, 342–343. II Ogólnopolska Konferencja Badania Petrologiczne i Mineralogiczne w Geologii PIG 2005.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2009. Zasoby prognostyczne złóż Cu-Ag w otoczeniu złóż koncesyjnych KGHM PM SA. I Kongres Miedziowy Lubin. Zeszyt abstraktów.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2009. XIX Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Nowe spojrzenie na zasoby prognostyczne miedzi. Zeszyt abstraktów.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., PEPEL A. 2012. Analiza i przetwarzanie danych geofizycznych jako instrument poszukiwania złóż Cu-Ag na Monoklinie Przedsudeckiej. II Kongres Geologiczny Warszawa. Zeszyt abstraktów.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2012. Perspektywy Górnictwa miedziowego go w Polsce. Nowe wyzwania. II Kongres Geologiczny Warszawa. Zeszyt abstraktów.

SPECZIKS S. 2015. Nowe kopalnie miedzi i srebra w Polsce – Szansa czy Fantasmagoria. II Kongres Miedziowy Lubin. Zeszyt streszczeń 11–13.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Wpływ podatku od wydobycia miedzi i srebra na nowe inwestycje. Zeszyt streszczeń XXVIII Konferencji „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Rytro 2019, s. 70–72.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2019. Strategia poszukiwania i dokumentowania głębokich stratoidalnych złóż Cu-Ag w Polsce. XX Seminariom Metodyka dokumentowania i poszukiwania złóż kopalin w Polsce. Mielec. Zeszyt abstraktów 41–42.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. Przyszłość bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. Zeszyt streszczeń XXIX Konferencji „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Rytro 2019, 97–99.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. 5 SGA Biennial Meeting. New deep stratiform deposits in southwestern Poland. Poster.

SPECZIK S., BIEŃKO T., PIETRZELA A., ZIELIŃSKI K. 2021. Zmienność rozmieszczenia metali w nowo udokumentowanych złożach Monokliny Przedsudeckiej. Zeszyt streszczeń XXX Konferencji „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". 85–88.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., PIETRZELA A. 2021. Dokumentowanie głębokich złóż miedzi i srebra – kryteria inwestorskie. Zeszyt abstraktów XXI Seminarium z cyklu „Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń", Lublin, s. 11.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Land management recommendations for protecting potential silver-cooper mines in mining areas of the Lubuskie Province, western Poland. International Conference Kraków. Abstracts 59–71.

ZIELIŃSKI K., SPECZIK S. 2023. Zasoby pozabilansowe rud miedzi i srebra w Polsce – problemy w świetle obowiązujących przepisów prawnych. XXIII Konferencja „metodyka dokumentowania i rozpoznawania Złóż. Bełchatów. Abstrakty. s. 20–21.

Wdrożenia, ekspertyzy, dokumentacje otworowe inne archiwalne

SPECZIK S. 1973. Ocena genezy prób skalnych pochodzących z podłoża zabytkowego młyna w Małogoszczy. Opracowanie pisemne, 7 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1975. Projekt rozmieszczenia kopalnictwa surowców budowlanych dla potrzeb miejscowych (gminnych wyrobisk eksploatacyjnych) w województwie olsztyńskim. Opracowanie pisemne i graficzne dla potrzeb woj. olsztyńskiego, 16 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1975. Skład litologiczny oraz litogeneza osadów okruchowych z wierceń okolic Okuniewa. Opracowanie pisemne dla potrzeb Inst. Geolog., 16 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1976. Wyniki badań petrograficzno-mineralogicznych podłoża podpermskiego w profilu Laskowice IG. Ekspertyza dla Głębokich Profili PIG. 12 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1980. Rola i miejsce procesów diagenezy i epigenezy w przeobrażeniach i mineralizacji utworów karbońskich północnej części monokliny przedsudeckiej, 1/2: 200. Warszawa.

SPECZIK S. 1980. Tectonic frame-work of the Northeastern Kansas and spatial distribution of kimberlite type rocks. Opracowanie pisemne dla potrzeb Cominco American, 16 s. St.Louis.

SPECZIK S. 1981. Utwory epigenetyczne w skałach karbońskich z profilu Wołczyn IG. Ekspertyza dla Głębokich Profili PIG. 16 s. Warszawa.

SPECZIK S., BARCZUK A. 1982. Procesy diagenezy i epigenezy i ich wpływ na właściwości kolektorskie na przykładzie skał karbonu monokliny przedsudeckiej. Materiały Konferencji Naukowo Technicznej Serock: 94–106. (udział równorzędny).

SPECZIK S. 1982. Minerał potential of the Spessart-Rhon Schwelles region. Opracowanie pisemne dla potrzeb St. Joe Explorations, 10 s. Aachen.

SPECZIK S. 1984. Występowanie podwyższonych koncentracji Au i Pt/Pd w rudach i koncentratach kopalni „Konrad", ich wartość ekonomiczna i możliwości wykorzystania. Opracowanie pisemne na zlecenie kopalni „Konrad", 20 s. lwiny.

SPECZIK S. 1989. Proposal for a deep Continental drilling project in the Eastern European Kupferschiefer district. (International Working Group), 15 s. New York.

SPECZIK S. 1991. Relikty skorupy oceanicznej w Sudetach jako źródło złota w aluwiach obszaru przedsudeckiego. Sprawozdanie z badań BW-136 WG. Warszawa.

SPECZIK S. 1993. Rewaloryzacja znanych wystąpień metali szlachetnych w Polsce południowo-zachodniej pod kątem wznowienia prac rozpoznawczych. Sprawozdanie z badań. Grant KBN Nr 9 0572 9101. Warszawa.

SPECZIK S., SUN Y.Z, BECHTEL A., PÜTTMANN W. 1994. Łupki antrakozjowe dolnego permu, przykład stymulowanej organicznie mineralizacji post-depozycyjnej. Sprawozdanie z badań BW-1206/6. Warszawa.

SPECZIK S., SAŁACIŃSKI R., SUN Y.Z, PUTTMANN W. 1994. Wybrane aspekty metalogenezy złóż Polski południowo-zachodniej. Sprawozdanie z badań BW – 2206/22. Warszawa.

SPECZIK S. 1996. Ocena perspektyw występowania złota i platynowców w skałach zasadowych i ultrazasadowych bloku przedsudeckiego. Projekt badań. Wrocław.

SPECZIK S. 1996. Ocena wpływu środowiska geologicznego oraz technologii stosowanych w budownictwie na poziom stężenia radonu w budownictwie na obszarze Sudetów i Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Projekt badań. Wrocław.

SPECZIK S., KIJEWSKI P., SZAROWSKI W., ZIMOCHA, R., BANASZAK, A., TOMANIK, R. 1996. Występowanie Pb, As, Cd, w złożu rud miedzi w poszczególnych fazach procesu technologicznego. Wrocław.

SPECZIK S. 1996. Sposób eksploatacji złoża cienkiego furtą za okres 1.04.1996–30.09.1996 oraz opracowanie technologii cienkiego złoża za okres 1.04.1996–30.09.1996.

SPECZIK S., OLSZYŃSKI, W. 1996. Badania geologiczne dla określenia perspektyw metalonośności asocjacji litotektonicznych Sudetów Zachodnich. (Projekt badań).

SPECZIK S. 1997. Metale szlachetne w ofiolicie Ślęży. Sprawozdanie z badań. Grant KBN Nr: 9 9602 032 06. Warszawa.

SPECZIK S. + ZESPÓŁ 1998. Metale szlachetne w serpentynitach i listwenitach Sudetów i bloku przedsudeckiego. Państwowy Instytut Geologiczny. Sprawozdanie z badań. Grant Nr 6.20.1739.00.0.

SPECZIK S. + ZESPÓŁ 1998. Perspektywy występowania likwacyjnych złóż Ni i Cu w Sudetach i na Bloku Przedsudeckim. Sprawozdanie z badań. Grant Nr 6.20.5012.00.0.

SPECZIK S. + ZESPÓŁ 1998. Ocena koncentracji metali w cechsztyńskiej serii miedzionośnej w Polsce w aspekcie ich wykorzystania przemysłowego. Sprawozdanie z badań. Grant Nr 6.20.5209.00.0

SPECZIK S.,+ współwykonawca 2001. Określenie temperatur krystalizacji złotonośnej formacji arsenowej w Sudetach w świetle badań w mikroobszarze. Grant 9T12B 002 17 sprawozdanie końcowe.

SPECZIK S., BACHOWSKI C. 2002. Perspektywy racjonalnego wykorzystania bazy surowcowej zagłębia miedziowego. Ekspertyza – Archiwum KGHM s. 1–10.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., NOWAK G.J., GROTEK I., NICZYPORUK K., STRENGEL-MARTINEZ M. 2003. Przeobrażenia materiału organicznego jako wskaźnik procesów mineralizacyjnych w cechsztyńskim łupku miedzionośnym z obszaru Polski. Sprawozdanie z Grantu KBN nr. 1724/T12/2001/20 164 s., 42 Tab., 77 Fig. i 20 zał.

MIKULSKI S.Z., współwykonawca SPECZIK S. 2004. Geneza i wiek (Re-Os) hercyńskich złóż złota w Sudetach w świetle badań organo-geochemicznych, geochemicznych i izotopowych (C, S, O). Grant 5T12B 001 22.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. 2005. Możliwości powiększenia bazy zasobowej KGHM Polska Miedź SA w obszarach rezerwowych i perspektywicznych w aspektach: przyrodniczym i ekonomicznym. Grant realizowany na zlecenie KGHM.

MIKULSKI S.Z., SPECZIK S. 2006. Modele genetyczne mineralizacji złota w Sudetach – aspekt surowcowy a geochronologia procesów geotektonicznych w europejskich waryscytach. Grant KBN– realizacja 2006–2008.

OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S., BOJAKOWSKA I. 2006. Występowanie Hg, Cd, Tl, F, Se, As, Cr, U i Th w cechsztyńskich rudach miedzi: ocena ich potencjalnego oddziaływania na środowisko. Oferta realizacji tematu dla KGHM.

MIKULSKI S.Z., SPECZIK, S. 2006. The Paleozoic black schists of the Kaczawa metamorphic complex – The favorable host rock of the Au mineralization at Klecza Deposit (SW Poland). Materiały na Kongres IAGOD Moskwa 2006.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S., KARWASIECKA M. 2006. Przeobrażenie materiału organicznego jako wskaźnik procesów mineralizacyjnych w cechsztyńskim łupku miedzionośnym z obszaru Polski. Sprawozdanie z Grantu KBN nr 1724/T12/2003., 164 stron 42 Tab, 77 Fig. i 20 załączników. Kierownik tematu.

MIKULSKI S., SPECZIK S. 2006. Geneza i wiek Re-Os) hercyńskich złóż złota w Sudetach w świetle badań organogeochemicznych, geochemicznych i izotopowych (C,S,O). Grant T12B00122. Główny wykonawca.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze MOZÓW 1. 75 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze MOZÓW 2. 74 strony, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze STĘSZEW. 83 strony, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze KALEJE. 74 strony, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze ŻERKÓW. 80 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze FLORENTYNA. 79 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze WILCZE. 77 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze BUK. 82 strony, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze PAPROĆ. 77 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze JANY. 78 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze NOWA SÓL. 76 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze JANOWO. 70 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze BORZĘCIN. 72 strony, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze SULMIERZYCE. 75 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze KALISZ. 74 strony, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2010. Kompleksowa dokumentacja do ubiegania się o koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie miedzi w obszarze ZATONIE. 69 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny MOZÓW 1. 52 strony, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny MOZÓW 2. 52 strony, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny NOWA SÓL. 49 stron, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny JANY. 51 stron, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny BORZĘCIN. 48 stron, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny JANOWO. 50 stron, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A. 2011. Aneks nr 1 do projektu prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny SULMIERZYCE. 54 strony, 3 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A., WIDEŃSKA J. 2011. Projekt prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym KOTLA. 79 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., WIDEŃSKA J. 2011. Projekt prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym NIECHLÓW. 77 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., GĄSIŃSKI A. 2011. Projekt prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym BYTOM ODRZAŃSKI. 79 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P. 2011. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarach koncesji Jany i Nowa Sól na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych. 78 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P. 2011. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarach koncesji Borzęcin, Janowo, Sulmierzyce i Kalisz na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P. 2011. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarach koncesji Mozów 1 i Mozów 2 na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych. 86 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S.,CHMIELEWSKI A. 2011. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych na obszarach koncesji Sulmierzyce, Janowo i Borzęcin. Archiwum S-Systems s. 323).

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2012. Projekt prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym FLORENTYNA. 78 stron, 4 załączniki graficzne.

Speczik S., Dziewińska L., Wierchowiec J. 2012. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Mozów-1, zmieniający zakres i okres wykonania robót II etapu w ramach koncesji 15/2011/p. 44 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P., WOJNICKA K. 2012. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarze koncesyjnym Kotla na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P., WOJNICKA K. 2012. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarze koncesyjnym Niechlów na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P. 2012. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarze koncesyjnym Zatonie na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2012. Projekt prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym FLORENTYNA. 78 stron, 4 załączniki graficzne.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2012. Projekt prac poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Lwówek-Pielgrzymka. 79 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P., WOJNICKA K. 2012. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarze koncesyjnym Kotla na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P., WOJNICKA K. 2012. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarze koncesyjnym Niechlów na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2012. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Krotoszyn. 66 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., WIERCHOWIEC J., OSZCZEPALSKI S., KRZEMIŃSKI P. 2012. Ocena perspektyw geologiczno-złożowych dla znalezienia złóż Cu-Ag na obszarze koncesyjnym Zatonie na bazie danych uzyskanych z niezbadanych dotychczas profili wiertniczych i danych archiwalnych.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny DZIKOWO.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny WSCHOWA.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny GÓRA.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny LESZNO.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny DOBRZYCA.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny BORZĘCIN II.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J. 2013. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Mozów-2, poszerzający zakres robót II etapu w ramach koncesji 14/2011/p. 37 s. + załączniki graficzne.

NICZYPORUK K., CAPIK T., SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2013. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Mozów 1 C1. 38 s.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., WIERCHOWIEC J., KRZEMIŃSKI P. 2014. Projekt robót poszukiwawczo-rozpoznawczych złoża miedzi i srebra, obszar koncesyjny Sulmierzyce zmieniający zakres i okres robót II etapu w ramach koncesji 18/2011/p, 69 s.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J., CAPIK T. 2014. Projekt robót poszukiwawczych złoża miedzi i srebra, obszar koncesyjny Nowa Sól, zmieniający głębokość wykonania robót wiertniczych II etapu w ramach koncesji 17/2011/p, 37 s.

SPECZIK S., DZIEWIŃSKA L., KRZEMIŃSKI P., WIERCHOWIEC J., CAPIK T., ZIELIŃSKI K. 2014. Projekt robót poszukiwawczo-rozpoznawczych złoża miedzi i srebra, obszar koncesyjny Nowa Sól, zmieniający zakres i okres robót wiertniczych II etapu w ramach koncesji 17/2011/p, 57 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 67 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 22 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 20/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Borzęcin", 20 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 25 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 19/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Janowo", 20 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 2", 19 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 15/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 1", 21 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 19 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2012/p z dnia 31.05.2012 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Kalisz", 23 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 67 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 13/2011/p z dnia 22.05.2012 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Żerków", 112 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 68/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Paproć", 103 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2014. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 66/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Stęszew", 73 s.

NICZYPORUK K., CAPIK T., SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2014. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Janowo C2. 39 s., z załącznikami 93 s.

NICZYPORUK K., CAPIK T., SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2014. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Sulmierzyce C2. 39 s.

NICZYPORUK K., CAPIK T., SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2014. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Jany C1. 43 s., z załącznikami 86 s.

NICZYPORUK K., CAPIK T., SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2014. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Mozów-1 C3. 45 s., z załącznikami 83 s.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., CAPIK T., ZIELIŃSKI K., MURAŃSKI A. 2015. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Jany zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 16/2011/p.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., ZIELIŃSKI K., MURAŃSKI A., JÓŹWIAK W. 2015. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny Nowa Sól Rozszerzający zakres prac wiertniczych w ramach koncesji 17/2011/p.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., ZIELIŃSKI K., MURAŃSKI A., JÓŹWIAK W. 2015. Dodatek do projektu robót geologicznych poszukiwawczych złoża miedzi i srebra obszar koncesyjny Janowo zmieniający zakres i czas trwania koncesji 19/2011/p.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MAŁECKA K., ZIELIŃSKI K., CAPIK T., MURAŃSKI A., JÓŹWIAK W. 2015. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Wilcze zmieniający zakres i czas trwania koncesji 67/2011/p.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., CAPIK T., JÓŹWIAK W., ZIELIŃSKI K., MURAŃSKI A. 2015. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Zatonie zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 58/2011/p.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2015. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Nowa Sól C1. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 46 s.

NICZYPORUK K., CAPIK T., SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2015. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Mozów-2 C1. 38 s., z załącznikami 77 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2015. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C3. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 75 s.

SPECZIK S., NICZYPORUK K., CAPIK T., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., BAŁA G. 2015. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego „Zatonie C3". Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 39 s.

SPECZIK S., NICZYPORUK K., CAPIK T., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P. 2015. Dokumentacja techniczno-geologiczna wiercenia otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego „Sulmierzyce C1". Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 41 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2015. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego „Borzęcin C1". Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 8 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 13 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 17 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 20/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Borzęcin", 13 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 18 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 19/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Janowo", 15 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 2", 15 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 15/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 1", 15 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 24 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2012/p z dnia 31.05.2012 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Kalisz", 14 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 11 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K. 2015. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 22/2014/p z dnia 21.05.2014 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Lwówek – Pielgrzymka", 15 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 10 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 20/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Borzęcin".

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 11 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 19/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Janowo", 12 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 2", 6 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 15/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 1", 10 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 67 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2012/p z dnia 31.05.2012 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Kalisz", 8 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 13 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2016. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 22/2014/p z dnia 21.05.2014 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Lwówek – Pielgrzymka", 17 s.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2016. Dodatek do projektu robót geologicznych – poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Mozów-1, zmieniający zakres i czas trwania koncesji 15/2011/p. 56 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2016. Dodatek do projektu robót geologicznych – poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Mozów-2, zmieniający zakres i czas trwania koncesji 14/2011/p. 42 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2016. Dodatek do projektu robót geologicznych – poszukiwawczych złoża rud miedzi i srebra „Kalisz" zmieniający zakres i czas trwania koncesji 14/2011/p. 55 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C2, 79 stron, z załącznikami 106 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C4, 53 strony, z załącznikami 67 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C12, 67 stron, z załącznikami 92 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C13. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 76 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Lwówek-Pielgrzymka C8. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 75 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C16. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 50 s.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2016. Dodatek do projektu robót geologicznych – poszukiwawczych złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym

Lwówek-Pielgrzymka, zmieniający zakres prac koncesji 22/2014/p. z dnia 21 maja 2014. 16 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., ZIELIŃSKI K., MURAŃSKI A., JÓŹWIAK W. 2016. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra – obszar koncesyjny Nowa Sól, rozszerzający zakres prac wiertniczych w ramach koncesji 17/2011/p. 36 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2016. Projekt robót geologicznych – poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Krotoszyn. 59 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., MURAŃSKI A., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2016. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Wilcze. 50 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C11. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 97 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Sulmierzyce C20. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 87 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Sulmierzyce C22. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 84 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Dokumentacja z przeprowadzonych prac nie kończąca się udokumentowaniem złoża kopaliny – obszar koncesyjny Borzęcin. Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, 84 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 7 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 8 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 9 s .

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 19/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Janowo", 3 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 2", 3 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 15/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 1", 3 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 12 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 14/2012/p z dnia 31.05.2012 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Kalisz", 4 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze" 8 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 22/2014/p z dnia 21.05.2014 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Lwówek – Pielgrzymka" 6 s.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K. 2017. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Zatonie zmieniający obszar, zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 58/2011/p. 33 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., KRZEMIŃSKI P., MURAŃSKI A., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2017. Dodatek do projektu robót geologicznych – poszukiwawczych złoża miedzi i srebra – obszar koncesyjny Mozów-1, zmieniający zakres i czas trwania koncesji 15/2011/p. 60 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W., MURAŃSKI A. 2017. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C17B, 55 stron, z załącznikami 77 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Wilcze W1, 56 stron, z załącznikami 80 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., KRZEMIŃSKI P., JÓŹWIAK W. 2017. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C22, 52 strony, z załącznikami 74 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 6 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 11 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 6 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 19/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Janowo", 3 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 15/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 1", 4 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 7 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 3 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 22/2014/p z dnia 21.05.2014 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Lwówek – Pielgrzymka", 3 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2018. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Jany zmieniający zakres, obszar i okres wykonywania robót w ramach koncesji 16/2011/p. 34 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W. 2018. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Zatonie zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 58/2011/p. 25 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Jany C2, 62 strony, z załącznikami 85 s.

SPECZIK S., CAPIK K., JÓŹWIAK, W., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2018. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C14B, 59 stron, z załącznikami 71 s.

SPECZIK S., MAŁECKA K., JÓŹWIAK W. 2018 Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Jany C3, 51 s.

SPECZIK S., CAPIK K., JÓŹWIAK, W., PIETRZELA A. 2018. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Zatonie C1, 52 strony, z załącznikami 79 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., PIETRZELA A., JÓŹWIAK W. 2018. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra – obszar koncesyjny Nowa Sól, zmieniający zakres i czas trwania prac wiertniczych w ramach koncesji 17/2011/p. 28 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., JÓŹWIAK W., PIETRZELA A. 2018. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Jany zmieniający zakres i czas wykonywania robót w ramach koncesji 16/2011/p. 26 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W., BIEŃKO T., PIETRZELA A. 2018. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Zatonie zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 58/2011/p. 25 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., JÓŹWIAK W., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2018. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Wilcze zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 67/2011/p. 28 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 8 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 15/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Mozów 1", 3 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 22 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 4 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 11 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2019. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 15 s.

SPECZIK S., CAPIK K., JÓŹWIAK W., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Sulmierzyce C19, 56 stron, z załącznikami 231 s.

SPECZIK S., CAPIK K., JÓŹWIAK W., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C33, 53 strony, z załącznikami 84 s.

SPECZIK S., CAPIK K., JÓŹWIAK W., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C30, 78 stron, z załącznikami 102 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., JÓŹWIAK W., PIETRZELA A. 2019. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Jany zmieniający zakres wykonywania robót w ramach koncesji 16/2011/p. 27 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2019. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra – obszar koncesyjny Nowa Sól, zmieniający zakres prac wiertniczych w ramach koncesji 17/2011/p. 30 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., CAPIK K. 2020. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 18 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2020. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 9 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2020. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 9 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2020. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 9 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2020. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 6 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2020. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Wilcze zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 67/2011/p. 30 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2020. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Zatonie zmieniający zakres i okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 58/2011/p. 27 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., CAPIK K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2020. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C25, 52 strony, z załącznikami 80 s.

SPECZIK S., CAPIK K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2020. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Nowa Sól C15, 55 stron, z załącznikami 85 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2021. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra – obszar koncesyjny Nowa Sól, zmieniający zakres i czas trwania prac wiertniczych w ramach koncesji 17/2011/p. 23 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2021. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Wilcze zmieniający okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 67/2011/p. 30 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2021. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Zatonie zmieniający okres wykonania robót wiertniczych w ramach koncesji 58/2011/p. 27 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., CAPIK K. 2021. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Nowa Sól", 10 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2021. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Jany", 5 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2021. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Zatonie", 9 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2021. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 18/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Sulmierzyce", 10 s.

SPECZIK S., CAPIK K. 2021. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża miedzi i srebra w obszarze koncesyjnym „Wilcze", 7 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., BIEŃKO T., PIETRZELA A. 2021. Dodatek do projektu robót geologicznych w obszarze koncesji Jany zmieniający czas wykonywania robót w ramach koncesji 16/2011/p. 26 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K., PIETRZELA A., BIEŃKO T. 2021. Projekt robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra w obszarze Sulmierzyce Północ. 62 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 16/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Jany", 4 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie i rozpoznawanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Nowa Sól", 5 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 9/2021/p z dnia 05.10.2021 na poszukiwanie i rozpoznawanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Sulmierzyce Północ", 3 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 67/2011/p z dnia 30.12.2011 na poszukiwanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Wilcze", 4 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 58/2011/p z dnia 15.11.2011 na poszukiwanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Zatonie", 4 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra – obszar koncesyjny Nowa Sól, zmieniający zakres i czas trwania prac wiertniczych w ramach koncesji 17/2011/p. 22 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2022. Dodatek do projektu robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra w obszarze Sulmierzyce Północ. 68 s. + załączniki graficzne.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2023. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 17/2011/p z dnia 03.06.2011 na poszukiwanie i rozpoznawanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Nowa Sól", 4 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2023. Sprawozdanie z działalności objętej koncesją nr 9/2021/p z dnia 05.10.2021 na poszukiwanie i rozpoznawanie złoża rud miedzi i srebra w obszarze „Sulmierzyce Północ", 4 s.

SPECZIK S., ZIELIŃSKI K. 2023. Projekt robót geologicznych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złoża rud miedzi i srebra w obszarze Mozów, 57 s. + załączniki graficzne.

Prace magisterskie, inżynierskie, licencjackie oraz doktoraty pod kierunkiem prof. Stanisława Speczika

Prace magisterskie

MADEJA MAREK, 1983. Mineralizacja kruszcowa utworów cechsztynu w otworach wiertniczych: Kotowice, Wrocławskie, Bielawa W-13, Stępin W-17 w ok. Wrocławia (współpromotor doc. dr hab. E. Zimnoch).

DYMOWSKI WITOLD, 1983. Mineralizacja kruszcowa utworów cechsztynu w otworach wiertniczych: Kotowice, Wrocławskie, Bielawa W-13, Stępin W-17 w ok. Wrocławia (współpromotor doc. dr hab. E. Zimnoch).

KOWSZUK BOGUMIŁ, 1984. Geologiczno-złożowe aspekty występowania metali szlachetnych w złożu miedzi kopalni „Konrad" w Iwinach k/Bolesławca (pole północne).

KROGULEC PRZEMYSŁAW, 1984. Geologiczno-złożowe aspekty występowania metali szlachetnych w złożu miedzi kopalni „Konrad" w Iwinach k/Bolesławca (pole południowe).

KRÓLIKOWSKI JACEK, 1985. Mineralizacja kruszcowa w utworach podpermskich perykliny Żar.

WIERCHOWIEC JAN, 1990. Złotonośność żwirowni „oligocenu" okolic Lwówek–Śląski – Bolesławiec, ich wiek i geneza.

OLESZCZUK DARIUSZ, 1990. Złotonośność potoku Kraszówka odcinek południowy, okolice Lwówka Śląskiego.

ZAWADYL MIROSŁAW, 1991. Złotonośność potoku Kraszówka odcinek Północny, okolice Lwówka Śląskiego.

JANKOWSKI JERZY, 1992. Mineralizacja kruszcowa w strefie uskoków, spękań i żył kopalni „Polkowice".

KADŁUBOWSKI ANDRZEJ, 1992. Zdjęcie szlichowe potoku tatrzańskiego.

NICZYPORUK KRZYSZTOF, 1993. Złoto w rudzie polimetalicznej ze Złotego Stoku.

POGODA ZBIGNIEW, 1993. Mineralizacja kruszcowa osadów cechsztynu występujących w okolicach Nowego Kościoła.

HONCZARUK JOANNA, 1993. Mineralizacja siarczkowa ze szczególnym uwzględnieniem platynowców w kamieniołomie serpentynitów w Nasławicach.

SZCZEPANOWSKI RADOSŁAW, 1994. Okruszczowanie skał struktury Sejn na tle wybranych paragenez Rudnych Masywu Suwalskiego.

KAMIŃSKI MIROSŁAW, 1994. Geneza złota z aluwiów starego przepływu Bobru (odcinek północny).

WOŁKOWICZ WOJCIECH, 1994. Geneza złoża z aluwiów starego przepływu Bobru (odcinek południowy).

DELURA KATARZYNA, 1996. Mineralizacja kruszcowa w skałach zasadowych i ultrazasadowych w rejonie Braszowic i Brzeźnicy na Dolnym Śląsku (współpromotor prof. dr hab. R. Sałaciński).

GROSMAN MARCIN, 1996. Złotonośność osadów aluwialnych Złotego Stoku (Sudety Wschodnie).

TUSIEWICZ DARIUSZ, 1996. Tektoniczne aspekty genezy intruzji suwalskiej i związanych z nią rud Te-Ti złoża „Krzemianka".

KOWALSKA URSZULA, 1996. Złotonośność osadów aluwiów Złotego Potoku (Sudety Zachodnie).

KUBICZEK ALEKSANDRA, 1997. Mineralizacja arsenowo-złotonośna w Kamieniołomie Złoty Jar.

KSIĄŻYK ANDRZEJ, 1998. Ocena znaczenia kompleksów dolnosylurskich wapieni gruzłowatych w syneklizie perybałtyckiej (Rejon Elbląg- Kętrzyn) dla poszukiwania złóż ropy naftowej (współpromotor dr hab. Zdzisław Modliński).

PERGOL KRZYSZTOF, 1998. Ocena znaczenia kompleksów dolnosylurskich wapieni gruzłowatych w syneklizie perybałtyckiej (Rejon Elbląg- Kętrzyn) dla poszukiwania złóż ropy naftowej (współpromotor dr hab. Zdzisław Modliński).

KOZAKIEWICZ BEATA, 1998. Termobarogeochemia żył granitowych Masywu Suwalskiego.

OTWINOWSKI JACEK, 1998. Geneza mineralizacji siarczkowej w skałach suwalskiego masywu anortozytowego.

MACHLAR ARTUR, 1999. Geneza granitoidów rapakiwipodobnych rejonu Krasnopola.

HONCZARUK MARCIN, 2000. Mineralizacja kruszcowa w rejonie Zawidów Zgorzelec.

BEGIER ROBERT, 2001. Charakterystyka zmienności paragenez minerałów kruszcowych cechsztyńskiej serii miedzionośnej w zachodniej części Lubińskiego złoża miedzi.

ROGOZIŃSKI RADOSŁAW, 2001. Żyły epigenetyczne i ich mineralizacja na terenie kopalni „Rudna".

DUDZIK PAWEŁ, 2002. Mineralizacja kruszcowa w wulkanitach metamorfiku Kłodzkiego.

KOTLEWSKI JACEK, 2002. Złoto okruchowe w aluwiach wybranych odcinków Doliny Dunajca pomiędzy Nowym Targiem i Nowym Sączem oraz próba wyjaśnienia jego pochodzenia.

RÓG AGNIESZKA, 2002. Okruszcowanie poziomu dąbrowskiego w okolicach Kielc (współpromotor S. Mikulski).

KOLOSKA JACEK ANDRZEJ, 2004. Złoto i rtęć z pogranicza cechsztynu i czerwonego spągowca w rejonie Lwówka Śląskiego (część zachodnia).

TARGOŃSKA ANETA LIDIA, 2006. Przeobrażenie materii organicznej w wybranych próbkach z kopalni As-Au w Złotym Stoku.

ZIÓŁKOWSKA JOANNA, 2009. Strategiczne surowce energetyczne Polski – przyszłość górnictwa ropy naftowej.

CHMIELEWSKI ANDRZEJ, 2009. Zmienność mineralizacji kruszcowej na granicy facji utlenionej za strefą redukcyjną w rejonie Polkowic.

JÓŹWIK KATARZYNA, 2009. Rewaloryzacja geologiczno-gospodarcza złóż Fe-Ti-V intruzji suwalskiej (nie Polska).

BOBRUK ŁUKASZ, 2009. Możliwości dywersyfikacji zaopatrzenia Polski w ropę naftową i gaz ziemny.

ZIÓŁKOWSKA JOANNA, 2009. Strategiczne surowce energetyczne Polski-przyszłość górnictwa ropy naftowej.

JÓŹWIK KATARZYNA, 2009. Rewaloryzacja geologiczno-gospodarcza złóż Fe-Ti-V intruzji suwalskiej.

WIELOGÓRSKI MACIEJ, 2010. Mineralizacja kruszcowa w łupku miedzionośnym w rejonie Janowa na podstawie wybranych profili wiertnicznych (Dolny Śląsk)..

CZAPLA KAROL, 2010. Mineralizacja kruszcowa w łupku miedzionośnym w rejonie Zbąszyna na podstawie wybranych profili wiertniczych.

MARUSZCZAK KACPER, 2011. Charakterystyka Geologiczna Złóż węgli koksowych Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.

CYBULSKI BARTOSZ, 2012. Historia geologiczna powstania złoża węglowodorów Uników (monoklina przedsudecka).

MURAŃSKI ANDRZEJ, 2012. Mineralizacja Cu-Ag w rejonie Radlina na NW od Jarocina.

JURAŚ KAMIL, 2012. Złoto w minerałach kruszcowych złoża Złoty Stok.

RUSZKOWSKI MICHAŁ JAN, 2013. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna w rejonie Milicza, woj. Dolnośląskie.

PUCHTA ANNA, 2013. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna w rejonie Wilcze.

BOBYNKO KLAUDIA, 2013. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna na obszarze monokliny przedsudeckiej w rejonie Borzęcin (3 profile).

LEŚNIEWSKI PIOTR, 2013. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna w rejonie Sulmierzyc (3 profile), na obszarze monokliny przedsudeckiej.

BOLIŃSKI KACPER, 2014. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna na monoklinie przedsudeckiej w rejonie Florentyna (3 profile).

WAŁEKA KRZYSZTOF, 2014. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna w rejonie Wysocka

ZONENBERG ANETA, 2015. Petrografia oraz parametry petrofizyczne dolomitu głównego na przykładzie otworu wiertniczego Jany C1 w zachodniej części monokliny przedsudeckiej.

CHLEWIŃSKI KONRAD, 2015. Cechsztyńska mineralizacja polimetaliczna na Paproć (3 profile).

WYDERKA MARTA, 2016. Mineralizacja Cechsztyńska w wybranych profilach wiertniczych rejonu Mozowa (na N od Zielonej Góry).

MAŁEK RAFAŁ, 2016. Mineralizacja miedziowa typu porfirowego na podstawie wybranych profili geologicznych z rejonu Doliny Będkowskiej.

ROMASZKO ALEKSANDER, 2016. Przejawy mineralizacji Cu-Pb-Fe-Zn na podstawie wybranych odsłonięć w południowym skrzydle Niecki Północnosudeckie.

BARTCZAK MICHAŁ, 2016. Przejawy mineralizacji kruszcowej w utworach permu w profilu Nowa Ruda – Wolibórz, niecka śród sudecka.

ZAORSKA KLAUDIA, 2016. Strukturalno-teksturalne i geochemiczne cechy mineralizacji Cu-Ag na przykładzie otworu Janowo C2, Monoklina Przedsudecka.

RYBAK MARCIN, 2019. Geochemia oraz strukturalno-teksturalna charakterystyka mineralizacji Ni-Co-As-Ag na podstawie otworu Zatonie C3.

TARNACKI HUBERT, 2020. Możliwości odzysku miedzi metodą biohydrometalurgiczną na przykładzie odpadów z osadnika Lena II dawnej kopalni Lena.

KWIATKOWSKA MONIKA, 2020. Polimetaliczna mineralizacja Cu-Pb-Zn w utworze dolnego cechsztynu na przykładzie otworu W-1, zachodnia część monokliny przedsudeckiej.

Prace licencjackie

MARUSZCZAK KACPER, 2009. Charakterystyka złóż węgli koksowych Kopalni Jastrzębskiej Spółki Węglowej.

WAŁĘKA KRZYSZTOF, 2010. Metale towarzyszące złożu Cu-Ag w rejonie Lubin Sieroszowice.

MICHALSKA MARTA, 2011. Złoża diamentów na świecie – typy genetyczne złóż, geotektoniczne warunków występowania, kierunki gospodarczego wykorzystania diamentów.

ZONENBERG ANETA, 2013. Zasoby i eksploatacja helu ze złóż gazu ziemnego w Polsce.

SOWIŃSKI-BANIA SZYMON, 2013. Zasoby i eksploatacja helu ze złóż gazu ziemnego w Polsce.

ROMASZKO ALEKSANDER, 2014. Odkrywkowa kopalnia margli miedzionośnych w Nowym Kościele.

SŁONIEWICZ JAN, 2014. Mineralizacja złotonośna w skałach zieleńcowych Radomice-Klecza Góry Kaczawskie.

MAŁEK RAFAŁ, 2014. Porfirowe złoża miedzi w Europie.

ZBICIAK KATARZYNA, 2016. Mineralizacja kruszcowa w żyłach kwarcowych okolic Barda Śląskiego.

Prace inżynierskie

TARNACKI HUBERT, 2018. Głębokie złoża miedzi – szansa czy fantasmagoria?

DOMAŃSKI ŁUKASZ, 2019. Organizacja światowego rynku handlu surowcami mineralnymi.

PACH MATEUSZ, 2022. Organizacja światowego rynku handlu ze szczególnym uwzględnieniem renu.

Doktoraty

TROKOWICZ DANUTA, 1997. Geneza konkrecji żelazowo-manganowych Morza Bałtyckiego.

MIKULSKI STANISŁAW, 1997. Mineralizacja scheelitowa i złotonośna w osłonach metamorficznych intruzji kłodzko-złotostockiej.

NEJBERT KRZYSZTOF, 2000. Spinele intruzji suwalskiej i ich rozwój na tle paragenezy minerałów rudnych.

WIERCHOWIEC JAN, 2000. Złotonośność trzeciorzędowych i czwartorzędowych osadów rzecznych na przedpolu Sudetów Wschodnich.

STRENGEL-MARTINEZ MAŁGORZATA, 2001. Geneza utworów żyłowych towarzyszących polimetalicznym złożom rud miedzi monokliny przedsudeckiej.

MARCINKOWSKI BOGUSŁAW, 2004. Prawidłowości występowania metali nieżelaznych w wybranych kompleksach fundamentu krystalicznego NE Polski.

Recenzje

SPECZIK S. 1997. Monografia KGHM PM SA Cuprum Nr 2/3 – Recenzja s. 161–162.

SPECZIK S. 1997. Recenzja pracy doktorskiej Pani Danuty Trokowicz pt. Geochemia konkrecji żelazisto-manganowych Morza Bałtyckiego. 7 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1996. Opinia o dorobku naukowo-badawczym i rozprawie habilitacyjnej dr Izabelli Bojakowskiej, pt. „Wpływ odprowadzania ścieków na akumulację metali ciężkich w osadach wybranych rzek polskich", 7 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1996. Opinia o dorobku naukowo-badawczym i rozprawie habilitacyjnej dr Adama Piestrzyńskiego, habilitacja z dorobku, 7 s. Warszawa.

SPECZIK S. 1996. Opinia o dorobku naukowym i recenzja pracy habilitacyjnej dr Achima Bechtela pt. „Organisch-geochemische und Isotopengeochemische (C, O, H, S) Untersuchungen zur Charakterisung Lagerstättenbildener Prozesse in Schwarzschlifern", 7 s. Bonn.

SPECZIK S. 1997. Recenzja Pracy doktorskiej Pana mgr S. Mikulskiego pt. Mineralizacja scheelitowa i złotonośna w osłonach metamorficznych intruzji Kłodzko-złotostockiej. Archiwum PIG Warszawa.

SPECZIK S. 1998. Opinia w sprawie wniosku o nadanie dr hab. inż. Andrzejowi Jasińskiemu tytułu naukowego profesora.

SPECZIK S. 1998. Opinia o książce E. Ruhle, S. Depowskiego, K. Szamałka i R. Kotlińskiego pt. „Surowce mineralne mórz i oceanów".

SPECZIK S. 1998. Recenzja książki Pani Prof. zw. dr hab. Aliny Kabata-Pendias pt. Biogeochemia pierwiastków śladowych. IUNG Puławy 5 s.

SPECZIK S. 1999. Opinia o rozprawie habilitacyjnej dr Jerzego Żaby pt. „Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego" oraz dorobku naukowym.

SPECZIK S. 1999. Krzysztof Nejbert, Spinele intruzji Suwalskiej i ich rozwój na tle paragenezy minerałów rudnych. Recenzja pracy doktorskiej.

SPECZIK S. 1999. Ryszard Kotliński, "Metallogenesis of the world's ocean against the background of oceanic crust evolution". Praca habilitacyjna PIG.

SPECZIK S. 1999. Opracowanie recenzji rozprawy habilitacyjnej dr Franciszka Lisa pt. „Kartografia geochemiczna w ochronie środowiska".

SPECZIK S. 1999. Ocena dorobku naukowego i osiągnięć dydaktycznych dr hab. Marii Sass-Gustkiewicz w związku z wnioskiem Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie o nadanie tytułu naukowego profesora.

SPECZIK S. 1999. Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr Andrzeja Stachowiaka pt. „Karbonatyty rejonu In Rabir (Ihouhaouene) w masywie Hoggar (Algeria)".

SPECZIK S. 2000. Mgr Katarzyna Stala-Szlugaj, „Występowanie Zn, Pb, As w złożach rud miedzi na Monoklinie Przedsudeckiej", praca doktorska, AGH Kraków.

SPECZIK S. 2000. Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr Jana Wierchowca pt. „Złotonośność trzeciorzędowych i czwartorzędowych osadów rzecznych na przedpolu Sudetów Wschodnich".

SPECZIK S. 2000. Mgr Katarzyna Delura, „Mineralizacja kruszcowa w zserpentynizowanych skałach ultramorficznych Masywów Braszowice-Brzeźnica i Gogołów-Jordanów na Dolnym Śląsku". Praca doktorska.

SPECZIK S. 2001. Recenzja pracy doktorskiej Pani mgr I. Kaliszuk pt. „ Złoto w skałach metamorfiku kaczawskiego, dorzecza Kaczawy (Dolny Śląsk)". Archiwum WG UW.

SPECZIK S. 2001. Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr K. Lasonia pt. „Geochemia molibdenowo-wolframowego złoża Myszków". Archiwum PIG.

SPECZIK S. 2001. Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr S. Góralczyka pt. „Wybrane aspekty geotechniczne kruszyw węglanowych w aspekcie ich zastosowań w budownictwie". Archiwum AGH.

SPECZIK S. 2001 Recenzja procy doktorskiej Pani mgr Małgorzaty Strengel-Martinez pt. „Geneza utworów żyłowych towarzyszących polimetalicznym złożom rud miedzi monokliny przedsudeckiej". Str 9. Archiwum IGP UW.

SPECZIK S. 2003. Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr Michała Żywieckiego pt. „Diageneza karbońskich skał klastycznych i etapy powstawania gazu ziemnego i ropy naftowej złoża Stężyca zachodnia część basenu lubelskiego". Archiwum WG UW.

SPECZIK S. 2004. Opinia o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym dr hab. Krzysztofa Szamałka w związku z ubieganiem się o stanowisko profesora nadzwyczajnego UW.

SPECZIK S. 2004. Recenzja pracy doktorskiej pana mgr Bogusława Marcinkowskiego pt. „Prawidłowości występowania metali nieżelaznych w wybranych kompleksach fundamentu krystalicznego NE Polski". Archiwum PIG 9 s.

SPECZIK S. 2004. Opinia dla Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów o nadanie dr inż. Jackowi Musze stopnia doktora habilitowanego.

SPECZIK S. 2005. Opinia co do celowości wydania książki autorstwa R. Kotlińskiego., W. Mizerskiego i K. Szamałka Pt. „ Geologia i surowce mineralne oceanów".

SPECZIK S. 2005. Opinia co do celowości wydania książki autorstwa K. Szamałka pt.: „Geologia Gospodarcza".

SPECZIK S. 2001. Recenzja dorobku naukowego i pracy habilitacyjnej dr Zbigniewa Sawłowicza. Archiwum UJ.

SPECZIK S. 2006. Ocena dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego dr hab. Lesława Tepera w związku z jego wnioskiem o nadanie tytułu naukowego profesora. Archiwum UŚ.

SPECZIK S. 2006. Recenzja pracy doktorskiej pana mgr Tomasza Gliwicza pt. „Charakterystyka geochemiczna osadów jezior Polski północnej". Archiwum PIG.

SPECZIK S. 2007. Recenzja pracy doktorskiej pana mgr Marka Goli pt. „Geochemiczny zapis warunków depozycji i historii termicznej dolnokarbońskich osadów wzbogaconych w materię organiczną z obszaru Pomorza Zachodniego". Archiwum WG UW.

SPECZIK S. 2007. Recenzja pracy doktorskiej pana mgr Wojciecha Wołkowicza pt. „Ocena wpływu migracji pestycydów z wybranych mogilników, zlokalizowanych w różnych warunkach geologicznych, na zanieczyszczenie osadów i wód". Archiwum PIG.

SPECZIK S. 2009. Dr Stanisław Ćmiel, „Charakterystyka epigenetycznych zmian węgla w pokładach w strefach uskokowych GZW". Praca habilitacyjna UŚ CUK.

SPECZIK S. 2010. Dr hab. Krzysztof P. Krajewski, ocena dorobku w związku z ubieganiem się o tytuł profesora. PAN.

SPECZIK S. 2012. Dr Arkadiusz Perkowski, postepowanie habilitacyjne w sprawie nadania stopnia doktora habilitacyjnego PAN, CKK, habilitacja.

SPECZIK S. 2012. Mgr Agnieszka Rożek, „Udział mikroorganizmów w procesie cementacji skał klastycznych w karpackich złożach ropy naftowej", UW, praca doktorska.

SPECZIK S. 2012. Mgr Kinga Małecka, „Zmienność geochemiczna lekkich i ciężkich pierwiastków ziem rzadkich w osadach wybranych jezior w południowej Polsce". Praca doktorska UW.

SPECZIK S. 2012. Dr inż. Jadwiga Pieczonka, recenzja dorobku i rozprawy habilitacyjnej, AGH Kraków.

SPECZIK S. 2012. Dr hab. Franciszek Czechowski, recenzja dorobku w związku z ubieganiem się o tytuł naukowy profesora. Uniwersytet Wrocławski.

SPECZIK S. 2013. Dr hab. Andrzej Solecki, recenzja dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego w związku z ubieganiem się o tytuł profesora. Uniwersytet Wrocławski. CKK.

SPECZIK S. 2015. Dr hab. Marian Wagner, recenzja dorobku w związku z ubieganiem się o tytuł naukowy profesora. AGH, Kraków CKK.

SPECZIK S. 2016. Dr hab. Marek Wendorff, recenzja dorobku w związku z ubieganiem się o nadanie tytułu profesora. AGH, Kraków.

SPECZIK S. 2019. Dr hab. Inż. Krzysztof Galos, recenzja dorobku w związku z ubieganiem się o tytuł naukowy profesora. PAN Kraków.

SPECZIK S. 2023. Aung Myo Thu. "Geology and Genesis of the New Yon-Kwinnthoneze gold district, Central Myanmar: Insights from mineralogical, fluid inclusions and (S, C,O, H, Pb) isotopes". Recenzja pracy doktorskiej.

SPECZIK S. 2023. Dr Joanna Gurgurewicz. "Mars' surface and subsurface compositional and structural analysis using remote sensing data set and laboratory measurements: revealing planet's early geological history". Recenzja pracy habilitacyjnej.

Plus niezliczona ilość recenzji publikacje naukowych dla wydawnictw naukowych z całego świata, powyżej 100.

Udział w konferencjach, sympozjach, sesjach naukowych (z uwzględnieniem rangi konferencji i charakteru uczestnictwa)

Referat – 1982, Winfield Kansas. Annual Meeting of the Kansas Academy of Science. Importance of Red Bed sediments relative to formation of stratiform copper deposits. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 1982, University of Iowa. Invited speaker. Kupferschiefer mineralization in Europe a comparison to US midcontinent occurrences.

Referat – 1883. Sant Luis. Workshop, Cominco American, Invited speaker. Kimberlite and and carbonatite potential od CNARS Rift System.

Referat – 1983. Konferencja Naukowo-Techniczna. Rola badań naukowych w poszukiwaniu ropy naftowej i gazu ziemnego. Procesy diagenezy i epigenezy na przykładzie skał karbońskich podłoża monokliny przedsudeckiej. Współautor: A. Barczuk. Ranga krajowa.

Referat – 1985, Aachen. DMG-GDMB-SGA Meeting. Relation of base metal occurrences to Variscan paleogeothermal field of Fore Sudetic Monocline – Results of fluid inclusion studies and vitrinite rank determination. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1988, Książ. IGCP Project 219 Workshop. Rotliegendes lacustrine basin of Inner Sudetic Syncline – metallogenic implications. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1987, Hannover – Kassel. International Symposium Zechstein. Oxidation of organic material in the Kupferschiefer and its relation to mineralization processes. Współautorzy Püttmann W., Merc C. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1989, Washington. 28th International Geological Congress. Oxidation of organic matter and its influence on Kupferschiefer Mineralization in Southwestern Poland. Ranga światowa.

Referat – 1989, Boppard. Rhenohercynian and Subvariscan Fold Belts. Tectonic evolution of Variscan Fold Belt and origin of Kupferschiefer mineralization in southwestern Poland. Współautor R. Didel. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1989, Würzburg. 68 Jahres Tagung der DMG. Origin of placer gold deposits in the North Sudetic Syncline. Wspołautor J. Wierchowiec. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1989, Kraków. Konferencja Mineralization in black shales. The origin of Kupferschiefer mineralization – an organic-geochemical approach. Współautor W. Püttmann. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1989, Krakow, Ibidem. Origin of Kupferschiefer mineralization by organic geochemistry and coal petrology studies. Współautor W. Püttmann. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1989, Hannover – Origin of Kupferschiefer mineralization as suggested by Vitrinite and Liptinite rank measurement and organic-geochemical studies. Speczik S., Didel R., Püttmann W. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 1991, SGA 25 Anniversary meeting. Evolution of placer gold deposits in the vicinity of Lwówek Śląski, Poland. Współautor A. Wojciechowski. Ranga międzynatodowa.

Referat – 1992, Tubingen. 70 Jahres Tagung der DMG. Metal Zoning in the vicinity of Złoty Stok. Współautor W. Olszyński. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1993, Monachium. 71 Jarhes Tagung Der DMG. Compositional and textural varieties of pleonaste-hercynite intergrowths in the Suwałki ores. Współautor Nejbert K. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1993, Granada. II Biennial SGA Meeting. Combined application of various geochemical methods on Kupferschiefer of the North Sudetic Syncline. Współautor Bechtel A., Püttmann W., Fermont J. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1993, Granada. SGA Meeting, Ibidem. PGM and Au-rich mineralizations in serpentinites of Ślęża ophiolite SW Poland. Współautor W. Olszyński. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1994, Freiberg. 72 Jahres Tagung der DMG. The Anthracosia Shale (Lower Permian) – Intraformational processes and organic mediated depositional mineralization. Współautorzy A. Bechtel i W. Puttmann. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1994, Kraków. Konferencja AGH. Biomateriały, materiały w ochronie zdrowia i środowiska. Możliwości zastosowania krajowych surowców ilastych do utylizacji odpadów galwanicznych. Współautor K. Szamałek. Ranga krajowa.

Referat – 1994, Stara Leśna, Slovakia. Variscan Metallogeny of the Alpine orogenic Belts. Epigenetic Alpine veins in the Kupferschefer deposits of SW Poland. Współautor M. Martinez-Strengel. Ranga międzynarodowa. Prowadzenie Sesji.

Referat – 1994, Pekin. International Geological Congress. Influence of the Kupferschiefer environment on base metal deposition in the North-Sudetic Syncline and Fore Sudetic Monocline. Współautorzy Y. Z. Sun., Püttmann W. Ranga światowa.

Referat – 1994. Second workshop on Variscan metallogeny. Metasomatic process in the Vicinity of Złoty Stok Massive. Współautor: Niczyporuk K. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 1995, Góry Złote – Konferencja, Geologia, Okruszcowanie, Ekologia. Złoto w minerałach rudnych złoża złotostockiego. Współautor A. Muszer. Ranga krajowa.

Referat – 1995, III SGA Biennial Meeting. Trace elementand policyclic hydrocarbons in recent alluvial sediment of LGOM district. Współautorzy: Speczik S. Sun Z., Püttmann W. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 1995. II SGA Biennal Meeting. Origin of alluvial gold. A case study of Bobr river. Współautor: Wołowicz W. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 1996, Bucuresti, Romania. 90 Anniversary Conference of GDR. Gold ores in the Pieniny Mts., Poland, Tertiary epithermal Au-Ag occurrences. Współautorzy A. Wojciechowski, K. Niczyporuk i G. Sokołowska. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1996, Romania, Ibidem. GDR, Gold potential in Poland – Recent results. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1996. Konferencja 40-lecia KGHM. Stan badań utworów cechsztynu w Polsce – perspektywy odkrycia obszarów metalonośnych. Współautor: Banaszek A., Oszczepalski S., Rydzewski A. Ranga krajowa.

Referat – 1996. Konferencja 40-lecia KGHM. Jakość złoż KGHM w świetle najnowszych wyników badań. Współautor: Banaszek A., Oszczepalski S., Rydzewski A, Piestrzyński A.

Referat – 1997, Finland, Turku. 4th Biennial Meeting SGA. Noble metals from the Kupferschiefer deposits Lubin-Sieroszowice SW Poland. Współautorzy Piestrzyński A., Pieczonka J., Oszczepalski S., Banaszak A. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1997, Jarnołtówek. Metale szlachetne w NE części Masywu Czeskiego i w obszarach przyległych. Geneza i perspektywy występowania. Charakterystyka występowania minerałów z grupy PGE w serpentynitach z Nasławic. Współautor A. Muszer. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1997, Jarnołtówek, Ibidem. Poszukiwanie cechsztyńskiej mineralizacji Au, Pt, Pd w SW Polsce. Współautorzy Piestrzyński A., Rydzewski A., Oszczepalski S., Niczyporuk K. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1997, SGA, Turku. Exploration for Cu-Ag and Au-Pt-Pd Kupferschiefer deposits in SW Poland. Współatorzy: Rydzewski A., Oszczepalski S., Piestrzyński A. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 1999, London. 5th SGA Meeting. Rote-Faüle related Au-Pt-Pd mineralization in SW Poland: new data. Współautorzy A. Rydzewski i S. Oszczepalski. Prowadzenie sesji. Ranga międzynarodowa.

Poster – 1999, London, Ibidem. Primary gold deposits and occurrences in Sudetes Mts., SW Poland. Współautorzy Mikulski Z., Olszyński W., Wojciechowska A. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1999, Freiberg. Berg und Huttenmanischer Tag. Rohrstof Wirtschaft in der Republik Polens. Ranga międzynarodowa.

Referat – 1999, Chile, Santiago. International Symposium on geochemical and Mineralogical Traces in Mining Exploration. Mercury as an indicator of regional extend of Gold in the North Sudetic Through, Sudetes Mts., Poland. Współautorzy Maciołek J., Wojciechowski A., Farbisz J. Ranga międzynarodowa.

Referat – 2001, Kraków. SGA Biennial Meeting. Petrographic composition of organic matter in the Kupferschiefer horizon of Poland. Współautorzy G.J. Nowak i Oszczepalski S. Prowadzenie Sesji S6 i S1. Ranga międzynarodowa.

Referat i Poster – 2001, Ibidem. The origin of Złoty Stok Au-As deposit preliminary results of geochemical and isotopes study. Ranga międzynarodowa. Współautor S. Mikulski.

Referat – 2002. Konferencja Zrównoważony rozwój Ekoregionu Czechy – Saksonia – Polska. Zmiana wizerunku KGHM „Od truciciela do lidera Polskiej Ekologii. Współautorzy: Bachowski C., Kiedel L. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2002, Kraków. II Międzynarodowa Konferencja Techniki, Urabiania AGH Kraków. Współatorzy: Siewierski S., Butra J. Ranga krajowa.

Referat – 2002 – Konferencja AGH Kraków. Mine waste technik. Sustainable development of KGHM PM.SA. – International cooperation and development. Współautor: Bachowski C., Wirth H. Ranga krajowa.

Referat – 2002. X Kongres PTMin. Unstructured organic matter and its relation to gold mineralization of Złoty Stok Au-As deposits (WEstern Sudets). Współautor: Mikulski L. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2002. Windhoeck, Namibia. IAGOD CONGRESS. Organic matter and its relation to metal distribution in the Western field of Złoty Stok, Au-As deposit Lower Silesia Poland. Współautor: Mikulski S. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2003, Ateny. SGA Biennial Meeting. Organic matter alteration trends in the Polish Kupferschiefer: Ore genetic implications. Współautorzy Oszczepalski S., Novak G.J., Grotek J., Niczyporuk K. Ranga międzynarodowa.

Referat – 2003 – II Ogólnopolska Konferencja, Badania Petrologiczne i mineralogiczne w Ekologii. Zachowanie materii organicznej w cechsztyńskim łupku miedzinośnym – wskazówki procesów mineralizacji. Współautor: Grotek J. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2003, Freiberg. 2003. Polish Copper Industry to Match Environmental European Standards. Geokinematischer TAG. Współautorzy: Speczik S., Bachowski C., Byrdziak H., Jędrzejec M. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2003. Warsztaty Górnicze, Zmiana wizerunku KGHM od truciciela do przyjaciela środowiska. ISBN 83-89174-31-6. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2003. Cu-Ag and Au-Pt mineralization in Poland – a reappraisal from organic matter. [W:] Symposium – BOR 100 Years. Współautorzy: Oszczepalski S., Niczyporuk K., Nowak G. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2003, Krynica. Forum Gospodarcze. Zrównoważony rozwój dużych transformujących się organizacji gospodarczych na przykładzie KGHM Polska Miedź S.A. Ranga Krajowa.

Referat – 2004, Freiberg. Analyse der Stärksten Abbauinduzierenden Erdschutterung des Jahres 2002 im Sicherheitspfeiler der Stadt Polkowice und ihre Auswirkung auf Hochhäuser. 5. Geokinematischer. Współautorzy: Śniegowski I., Samokar Z., Jędrzejec M. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2005, Beijing, Chiny. 8-th Biennial SGA Meeting Beijing. Fluid inclusion study of quartz veins from the orogenic Klecza gold deposit in the Kaczawa Mountains (SW Poland). Współautorzy: Mikulski S., Kozłowski A. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2005, Ibidem. Alteration of organic matter as a new exploration quide for Kupferschiefer Cu-Ag and Au-Pt-Pd deposits. Współautorzy: Oszczepalski S., Nowak, G., Grotek I. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2006, Moscow. XII Quadrenial IAGOD Conference. The paleozoic black schists of Kaczawa metamorphic complex – the favorable host rocks of the Au mineralization at the Klecza deposits (Southwestern Poland). Współautor: Mikulski S. Ranga miedzynarodowa.

Referat – 2007, Dublin. Fluid inclusion study of gold bearing quartz-sulphide veins and cassiterite from Czarnów As deposits ore (SW Poland). SGA Conference. Digging Deeper. Współautor S. Mikulski. Ranga międzynarodowa.

Referat – 2008, Rytro. Kierunki polityki surowcowej Polski. Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Prowadzenie jednej z sesji. (współautor T. Smakowski). Ranga krajowa.

Referat – 2009, Townsville. Maturity assessment by Rock-Eval pyrolysis as an exploration tool, Kupferschiefer, Poland. Biennial SGA Meeting. Ranga Światowa, Prowadzenie jednej z Sesji.

Referat i Poster – 2009, Ibidem. The Unstructured Organic Matter and its Relation to Serpentynization and Gold mineralization in the Złoty Stok Au-As Skarn Deposit (SW Poland). Współautor S. Mikulski. Ranga międzynarodowa.

Referat – 2009, Lubin. Zasoby prognostyczne złóż Cu-Ag w otoczeniu złóż koncesyjnych KGHM Polska Miedź SA. I Międzynarodowy Kongres Górnictwa Rud Miedzi, Ranga Międzynarodowa – Invited Speaker. Współautor S. Oszczepalski.

Referat – 2009, Rytro. Nowe spojrzenie na zasoby prognostyczne miedzi w Polsce. Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi w Polsce". Ranga Krajowa. Współautor S. Oszczepalski.

Referat – 2010, Rytro. Projekty wierceń za rudami metali – nowe perspektywy poszukiwawczo-badawcze w Polsce; Konferencja. Ranga Krajowa. Współautor S. Mikulski. Prowadzenie sesji plenarnej.

Referat – 2010, Rytro. Nowe dane o kaolinie ze złoża łupków kwarcytowych „Jegłowa". Konferencja Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Współautor A. Gąsiński. Ranga Krajowa.

Referat – 2011, Lubin. Złoża prognostyczne rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej – nowa perspektywa. Geolodzy w służbie Polskiej Miedzi (red A. Banaszak, S. Downorowicz, R. Leszczyński, D. Mudry) Konferencja Środowiskowa Geologów. Referat na Sesji plenarnej. Ranga Krajowa, współautor S. Oszczepalski.

Referat – 2011, Antofagasta, Chile. Prospectivity analysis of the Polish Kupferschiefer – new insight. 11th SGA Biennial Meeting, Ediciones Universidad Catolica del Norte. S. Oszczepalski i S. Speczik. Ranga Światowa – Prowadzenie jednej z Sesji.

Poster – 2011, Antofagasta, Chile. Metallogeny of the Variscan Klodzko-Zloty Stok Intrusion and its metamorphic aureole (SW, Poland) – an example of variable ore mineralization. 11th SGA Biennial Meeting. Ediciones Universidad Catolica del Norte. Mikulski S.Z., Speczik S. Ranga Światowa.

Referat – 2011, Krynica. Możliwości wykorzystania impulsowej postaci zapisu sejsmicznego do rozpoznania złóż prognostycznych miedzi i srebra w północnej części monokliny Przedsudeckiej. XXI Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi", współautorzy: Speczik S., Pepel A., Jóźwiak W., Dziewińska L. Ranga Krajowa.

Referat – 2012. Perspektywy górnictwa miedziowego w Polsce – nowe wyzwania. II Polski Kongres Geologiczny „Geologia jedna?!", współautor – S. Oszczepalski. Ranga krajowa.

Referat – 2012, KGHM. Analiza i przetwarzanie danych geofizycznych, jako instrument poszukiwań złóż Cu-Ag na Monoklinie Przedsudeckiej. Konferencja Geologów KGHM 50-lecie. Ranga Krajowa.

Referat – 2012, Kłock. Światowe trendy a możliwości ziemi kłodzkiej. Forum Inwestycyjne „Szanse inwestycyjne eksploatacji zasobów naturalnych ziemi kłodzkiej". Prowadzenie konferencji. Ranga Krajowa.

Referat – 2012, Krynica. Skład mineralny i właściwości ceramiczne wybranych kopalin ilastych z kopalin węgli brunatnych w Polsce, współautor – A. Gąsiński, XXII Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi", IGSMiE PAN. Ranga krajowa.

Referat – 2013, Uppsala. 12th SGA Biennial Meeting. – Exploration and mining perspective of the Kupferschiefer series in SW Poland: digging deeper?. Speczik S., Oszczepalski S., Chmielewski A. Ranga międzynarodowa.

Poster i Referat – 2013. LXXXII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego pt. „Wyzwania geologii regionu górnośląskiego w XXI wieku". Zastosowanie reprocesingu sekcji sejsmicznych wykonanych metodą efektywnych współczynników odbicia (EWO) oraz danych grawimetrycznych w poszukiwaniu złóż Cu-Ag na obszarze południowo wschodniej części monokliny przedsudeckiej – Piotr Krzemiński, Andrzej Pepel, Stanisław Speczik. Ranga krajowa.

Referat – 2013. LXXXII Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego „Wyzwania geologii regionu górnośląskiego w XXI wieku". Perspektywy znalezienia i zagospodarowania głębokich złóż miedzi i srebra w Polsce.(współautor Oszczepalski S.). Ranga krajowa.

Referat – 2013, Zakopane. XXIII Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Małecka K., Speczik S. Zagospodarowanie złóż Cu-Ag na dużych głębokościach – fikcja czy realizm gospodarczy? Ranga krajowa.

Referat – 2014, Zakopane. XXIV Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Speczik S., Oszczepalski S., Małecka K. – Nowe dane bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. Ranga krajowa, prowadzenie sesji.

Referat i prowadzenie debaty – 2014. Lubuskie Forum Gospodarcze 17, Mieć miedź – wpływ eksploatacji złóż miedzi na rozwój regionu. Ranga krajowa.

Referat – 2015, Rytro. XXV Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Szansa czy iluzja? – Głębokie kopalnie miedzi i srebra w Polsce. Ranga krajowa.

Referat – 2015. Międzynarodowy Kongres Górnictwa Rud Miedzi. Speczik S. – New deep copper and silver mines. Ranga krajowa.

Referat i prowadzenie debaty – 2015 – Lubuskie Forum Gospodarcze, Perspektywy eksploatacji złóż miedzi i węgla w Lubuskiem. Ranga krajowa.

Referat – 2015, Nancy, France. 13th Biennial Meeting. Relict Mineralization in the Transition Zone, Kupferschiefer Series of SW Poland. (Współautorzy: Chmielewski A., Oszczepalski S.). Ranga międzynarodowa.

Referat – 2015, Nancy, France. 13TH Biennial Meeting. Future of Copper Exploration in Poland. (Współautor: Oszczepalski S.). Ranga światowa.

Referat – 2016, Rytro. XXVII Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". S. Speczik, K. Zieliński – Strategia, instrumenty i rezultaty poszukiwań głębokich złóż miedzi i srebra na monoklinie przedsudeckiej. Ranga krajowa.

Referat – 2016, Cape Town, South Africa. 35th Geological Congress "The Mineral system approach: the paradigm and future trends", S. Speczik, P. Krzemiński – Deep Cu-Ag deposits – a chance for progress in the copper industry. Ranga światowa, prowadzenie sesji.

Referat – 2016, Warszawa. Odkop swoją przyszłość II – EXPO, Szansa czy iluzja? Głębokie kopalnie miedzi i srebra. Prowadzenie sesji.

Referat – 2017, Quebec City, Canada. 14th SGA Biennial Meeting. S. Oszczepalski, A. Chmielewski, S. Speczik, P. Krzemiński – The northwest-trending extension of the Lubin-Sieroszowice Cu-Ag deposit. Ranga międzynarodowa.

Poster – 2017, Quebec City, Canada. 14th SGA Biennial Meeting. Współautor: P. Krzemiński – The sediment-hosted polymetallic target in SW Poland. Ranga międzynarodowa.

Prowadzenie dyskusji panelowej – 2017, Kraków. Open Eyes Economy Summit, „Przyszłość przemysłu wydobywczego metali nieżelaznych w Polsce". Ranga Krajowa.

Referat – 2018, Rytro. XXVII Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Współautor: K. Capik – Wpływ podatku od wydobycia miedzi i srebra na nowe inwestycje. Ranga krajowa.

Prowadzenie panelu – 2018, Zielona Góra. Zachodnie Forum Gospodarcze – „Invest in the West". Ranga Krajowa.

Referat – 2018, Chęciny. Konferencja geotematyczna. S. Speczik – Miedzi Copper – 6 lat w Polsce. Ranga Uniwersytecka.

Referat – 2018, Rzeszów. Regionalna Konferencja Konsultacyjna PSP Filar 9 „Usprawnienie systemu podatków i danin". „Podatek od wydobycia miedzi i srebra – Wpływ na nowe inwestycje i możliwe rozwiązania" Współautor Anna Keller-Sikora. Ranga krajowa.

Referat – 2019, Mielec. XX Seminarium z cyklu „Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń". Strategia poszukiwania i dokumentowania głębokich, stratoidalnych złóż Cu-Ag w Polsce. Współautor K. Zieliński. Ranga krajowa.

Referat – 2019, Glasgow, Scotland. 15th SGA Biennial Meeting. Prospecting strategy for deep sediment-hosted Cu-Ag ore deposit in Poland. Ranga światowa.

Referat i Poster – 2019, Glasgow, Scotland. 15th SGA Biennial Meeting. Speczik S., Zieliński K., Pietrzela A., Bieńko T. – New deep stratiform Cu-Ag deposits in southwestern Poland. Ranga międzynarodowa.

Referat – 2019, Glasgow, Scotland. 15th SGA Biennial Meeting. Speczik S., Oszczepalski S., Chmielewski., – Exploration for a new Cu-Ag Kupferschiefer-type deposit north of the Lubin-Sieroszowice copper district. Ranga międzynarodowa.

Referat – 2019, Rytro. XXIX Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Przyszłość bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. Ranga krajowa.

Referat – 2019, Zielona Góra. XXVIII Zebranie Ogólne Członków Organizacji Pracodawców Ziemi Lubuskiej – „Co z tą miedzią?" stan realizacji inwestycji, Drzonkowie k. Zielonej Góry. Ranga Krajowa.

Referat – 2020, Jasionka. Spotkanie Członków Organizacji Pracodawców Ziemi Lubuskiej z lokalnymi przedsiębiorcami, samorządowcami i parlamentarzystami – „Złoże miedzi i srebra Nowa Sól w kategorii C2 – co to znaczy? Hotel Tanzanit. Ranga krajowa.

Referat – 2021, Rytro. XXX Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Zmienność rozmieszczenia metali w nowo udokumentowanych złożach Monokliny Przedsudeckiej. Współautorzy: Bieńko T., Pietrzela A., Zieliński K. Ranga krajowa.

Referat – 2021, Lublin. Konferencja „Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi Wierceń". Dokumentowanie głębokich złóż miedzi i srebra – kryterium inwestorskie. Współautor K. Zieliński. Ranga krajowa.

Referat – 2022, Kraków. Międzynarodowa Konferencja „Mineral deposits safeguarding as a basis of mineral raw materials safety". Prezentacja: „Land management recommendations for protecting potential copper and silver mining areas in Lubuskie Province, western Poland" (Zieliński K., Speczik S.). Ranga międzynarodowa.

Referat – 2022, Legnica. XXII Seminarium z cyklu „Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń" na temat: Tradycje i perspektywy poszukiwania i dokumentowania geologicznego złóż na Dolnym Śląsku. „Możliwości udokumentowania nowych złóż miedzi w północnym pasie miedziowym (Northern Copper Belt) na monoklinie Przedsudeckiej" (Zieliński K., Speczik S, Pietrzela A.). Ranga krajowa.

Referat – 2022. XXXI Konferencja z cyklu „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Prezentacja: „Znaczenie i perspektywy rozwoju bazy zasobowej Północnego Pasa Miedziowego dla Polski i świata" (Zieliński K., Speczik S.) Ranga krajowa.

Referat – 2022, Warszawa. Otwarte Posiedzenie Naukowe Wydziału Geologii UW. Nowe Złoża Cu-Ag na Monoklinie Przedsudeckiej – Anatomia Sukcesu. Udział wzięło 136 osób.

Referat – 2023. Bełchatów.. XIII Seminarium Metodyka dokumentowania i rozpoznawania złóż. Zasoby pozabilansowe złóż rud miedzi i srebra w Polsce – problemy w świetle obowiązujących przepisów prawnych. Zieliński K., Speczik S.). Ranga krajowa.

Udział w grantach naukowych i badawczych

Projekty badawcze MNiSzW, KBN, NCN

62.6205.0801.00.0 Strefowość mineralizacji kruszcowych wokół intruzji kłodzko-złotostockiej w Sudetach. Etap I. (kierownik tematu);

61.4105.0901.00.0 Ocena możliwości poszerzenia bazy zasobowej – poszukiwanie nowych rezerw w otoczeniu złoża Lubin-Sieroszowice. (kierownik tematu);

KBN 905729101. Rewaloryzacja znanych wystąpień metali szlachetnych w Polsce pod kątem wznowienia prac rozpoznawczych. Kierownik tematu 1991–1993. Koszt finansowania 420 mln (inflacja);

KBN 62.62025.00.02. Procesy metasomatyczne w rejonie Złotego Stoku oraz geneza zasobnych w As fluidów złożotwórczych. Kierownik tematu, koszt finansowania 250 000,00 II Etap;

KBN nr 9S60003206. Aktualny stan wiedzy o mineralizacji platynowo-złotonośnej w obszarze Ślęzy i wnioski na przyszłość, 1997. Kierownik tematu;

KBN 8112B03920. Przeobrażenie materiału organicznego jako wskaźnika procesów mineralizacji w cechsztyńskim łupku miedzionośnym z obszaru Polski, 2002. Kierownik grantu, koszt finansowania 380 000 zł;

NCN06180. Analiza pola cieplnego Ziemi w obszarze Polski ze szczególnym uwzględnieniem rejonów perspektywicznego rozpoznania złóż polimetalicznych, 2006 Kierownik tematu, koszt finansowania 984 750,20 zł.

Projekty (granty) finansowane z NFOŚiGW

22.9800.0901.01.0 Raport o stanie Archiwum dokumentów geologicznych CAG, 2009. (współautor);

22.9800.0901.03.0 Raport o stanie Archiwów rdzenie wiertniczych i próbek geologicznych CAG, 2009. (współautor);

22.9800.0901.09.0 Bilans perspektywicznych kopalin Polski: Wstęp zawierający przedstawieni podstaw prawnych i ekonomicznych klasyfikacji zasobów kopalin, 2009. (współautor);
22.9800.0901.00.0 Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski. (współredakcja);
22.9800.0901.00.0 Prowadzenie Centralnego Archiwum Geologicznego. (kierownik tematu).

Projekty (granty) finansowane ze środków zagranicznych (np. programy ramowe UE)
51.6201.0602.30.0 Modele genetyczne mineralizacji złota w Sudetach-aspekt surowcowy, a geochronologia procesów geotektonicznych w europejskich waryscytach. (główny wykonawca);
51.6201.1001.39.0 Geochronologia złóż rud metali Waryscydów Południowej Polski. (główny wykonawca).

Inne KGHM, Lumina Capital Ltd.
Możliwości bazy zasobowej KGHM Polska Miedź SA w otoczeniu złoża Lublin-Sieroszowice. (współautor);
40.6500.1057.49.0 Analiza i ocena obszarów zlokalizowanych w kierunku północno-wschodnim od koncesyjnych obszarów górniczych KGHM PM SA pod kątem możliwości udokumentowania zasobów rud miedzi spełniających kryteria ekonomiczne i wytypowanie celów do dalszej eksploatacji. Główny wykonawca, wartość projektu – 1 mln;
45.2800.1117.49.2 Litologia, petrografia i cechsztyńska mineralizacja kruszcowa w wybranych profilach wiertniczych z rejonu Zielonej Góry, Czerwieńska i Sulechowa. Kierownik tematu, wartość projektu – 400 tys;
45.2800.1118.49.2 Litologia, petrografia i cechsztyńska mineralizacja kruszcowa w wybranych profilach wiertniczych z rejonu Nowa Sól, Zabór, Trzebiechów. Kierownik tematu, wartość projektu – 100 tys.;
45.2800.1119.49.2 Litologia, petrografia i cechsztyńska mineralizacja kruszcowa w wybranych profilach wiertniczych z rejonu Szamotuł, Nowego Tomyśla, Grodziska Wielkopolskiego, Wolsztyna i Kolska. (kierownik tematu, wartość projektu – 300 tys).
45.2800.1120.49.2 Litologia, petrografia i cechsztyńska mineralizacja kruszcowa w wybranych profilach wiertniczych z rejonu Pleszewa, Kalisza, Śremu, Wrześni i Florentyny. Kierownik tematu, wartość projektu 200 000 zł;
45.2800.1121.49.2 Litologia, petrografia i cechsztyńska mineralizacja kruszcowa w wybranych profilach wiertniczych z rejonu Żmigród, Milicz, Sulmierzyce i Kalisz. Kierownik tematu, wartość projektu 200 000 zł.

Miedzicopper Corp.
Realizacja projektu poszukiwania złóż miedzi i srebra w Monoklinie przedsudeckiej w latach 2012––2023. Odkrycie i udokumentowanie trzech znaczących zasobowo złóż Cu-Ag Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów. Kontynuacja prac w kierunku uzyskania koncesji wydobywczych. Wartość projektu 140 mln USD. Autor projektu, koordynator i główny wykonawca.

Wybrane prasowe wypowiedzi, wywiady i rozmowy

Przegląd Tygodniowy, „Technika zastępuje szczęście", Red. A Dyszel, wywiad z S. Speczikiem, 1996, nr 30/699, s. 3.

Przegląd Tygodniowy, „Złoto z czerwonych skał", Red. P. Lipiński, wywiad z S. Speczikiem, 1997, PT 2/1997, s. 10–11.
Piłka Nożna, „Rewizor jeździ rzadko", Red. Z. Mucha, wywiad z S. Speczikiem, 2001, nr 16/1452, s. 8.
Tygodnik Nowe Życie Gospodarcze, „Alternatywy dla miedzi", S. Speczik; 10/2002, s. 10–11.
Integracja Europejska, „Naszą orientacja jest praca" Ryszard Pacer rozmowa z S. Speczikiem; Nr 3/2002, s. 62-63.
Miesięcznik Polska Miedź, 2002. „Chcemy zarządzać przyszłością". Rozmowa J. Batecki-Wardacz z S. Speczikiem; 10/02, s. 3–4.
Miesięcznik Polska Miedź. 1/2002. Polska miedź przed wielką szansą. Rozmowa z Prezesem KGHM s. 1–7.
Miesięcznik Nowy Przemysł 2003 „Musimy oszczędzać", Wywiad z S. Speczikiem, Red. R. Rudzka, nr 1/57, s. 64–66.
TOP Class, „Mam dwa życia", Irena Gruca wywiad z S. Speczikiem, 2003, TCI/30, s. 34–37.
Parkiet, „Jestem nietypowa Panną", D. Jarosz wywiad z S. Speczikiem, 2003, nr 10/2003, s. 10–11.
Miesięcznik Prestiż, „Siła wiedzy i prestiżu", Wywiad Redaktor M.A. Trzos, nr 2/3 2003, s. 70–73.
Miesięcznik Integracja Europejska, „Polska Miedź w Unii", Artykuł Stanisław Speczik, Nr 6/36, 2003, s. 26–27.
Tygodnik Przegląd, „W kolejce do miedzi". Wywiad Jerzy Łaniewski wywiad z S. Speczikiem, 12/2004, s. 60–61.
Tygodnik Przegląd 2006 „Sto dolarów na tonę", Wywiad Jerzy Łaniewski, Nr 39/145, s. 55–56.
Tygodnik Przegląd, 2009 „Co dalej z Polską Miedzią?", Nr 479, s. 50–52.
Puls Biznesu, „Podatek od kopalin odstrasza inwestorów". M. Graniszewska, wywiad z S.Speczikiem, 2012, 15/2012, s. 6.
Gazeta Lubuska, „Czy może trysnąć u nas ropa" Eugeniusz Kurzawa, 07.09.2013 (rozmowa – liczne wypowiedzi).
Polska Gazeta Wrocławska, „Prowadzimy poszukiwania, by zbudować kopalnię", Agata Grzelińska, 28.02.2014 (wywiad).
Przegląd, „Miedź i być", Bronisław Tumiłowicz, 03.03.2014 (wywiad).
Gazeta Lubuska, „Trwa zacięty bój o kopalnię miedzi. 8 tys. miejsc pracy wisi na włosku", Jakub Nowak, 11.10.2014 (rozmowa – liczne wypowiedzi).
Gazeta Lubuska, „Wyścig po lubuską miedź. Wszyscy wietrzą jakieś tajemne spiski", Artur Matyszczyk, 17.01.2015 (liczne wypowiedzi).
Parkiet, „Miedzi Copper zainwestuje 200 mln złotych", Adam Roguski, 12.06.2015 (rozmowa – liczne wypowiedzi).
Gazeta Wyborcza, „Kanada wierci w Lubuskiem", Maja Sałwacka, 12.06.2015 (rozmowa – liczne wypowiedzi).
Rzeczpospolita, „Kanadyjczycy wierzą w polską miedź", Adam Roguski, 12.06.2015 (rozmowa – liczne wypowiedzi).
Biznes.pl, „Prof. Speczik: wspierajmy inwestujących w polskie górnictwo", Marek Mejssner, 24.09.2015 (wywiad).
NIE, „Gnój ziemi czarnej", Tadeusz Jasiński, 16.10.2015 (wywiad).
Tygodnik Przegląd, „Pozwólmy przetrwać Polskiej Miedzi", Nr 628, s. 20–22, 2016.
Przegląd, „Odkrywca, szansą Polski w XXI w. są miedź i srebro", Marek Czarkowski, 22–28.11.2021, s. 22–24.

Businessinsider.com.pl, „Odkryli w Polsce większe złoża miedzi niż ma KGHM. „Nikt nie chce z nami rozmawiać" ", Grzegorz Kowalczyk, 11.10.2022.

Businessinsider.com.pl, „Wielkie złoża miedzi w Nowej Soli. Bogactwo, które stało się problemem", Grzegorz Kowalczyk, 15.10.2022.

Dziennik Gazeta Prawna, „Budowa kopalni Miedzi Copper Corp. może ruszyć w 2022 r.", Bartłomiej Mayer, 20.02.2014 (wywiad).

Członkostwo i okresowo pełnione funkcje w komitetach naukowych, radach naukowych, radach redakcyjnych, organizacjach międzynarodowych, towarzystwach naukowych i organizacjach społecznych.

Państwowy Instytut Geologiczny. Członek Rady od 1994–2000. Przewodniczący Rady od 2006––2010, 2010–2012.

Komitet Górnictwa PAN, Członek przez 3 kadencje.

Komitet Zrównoważonej Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN. Członek przez 5 kadencji do teraz.

Państwowa Rada Geologiczna. WicepPrzewodniczący Rady.

Państwowa Rada Ochrony Środowiska, Członek dwie Kadencje.

ZPP Lewiatan. Członek Zarządu, Członek Rady 4 kadencje, obecnie Członek Rady Konsultacyjnej.

Członek Zespołu T-12 Komitetu Badań Naukowych, dwie kadencje.

Związek Pracodawców Przemysłu Wydobywczego, Przewodniczący 2012–2023.

Komitet Nauk Geologicznych PAN. Członek przez dwie Kadencje.

Polskie Towarzystwo Geologiczne. Członek, członek Zarządu.

Polskie Towarzystwo Mineralogiczne (Członek)

Austriacka Służba Geologiczna (Członek Korespondent)

Kansas Academy of Sciences. Członek Honorowy.

The Society for Geology Applied to Mineral Deposits (SGA). Członek Honorowy.

International Association on the Genesis of Ore Deposits. Członek

Deutsche Mineralogische Gesellschaft. Członek.

AIME – American Association of Mining Engineers. Członek

SGA – Society for Geology Applied to Mineral Deposits. Członek

SiTG – Stowarzyszenie Inżynierów I Techników Górnictwa. Członek Honorowy.

IAGOD – International Association on the Genesis of Ore Deposits. Członek.

Sejmowa Komisja Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnych Sejmu RP, Ekspert.

Przegląd Geologiczny Kolegium redakcyjne przez 3 kadencje.

Górnictwo i Geologia. Kwartalnik. Członek Kolegium Redakcyjnego.

Society of Geology Applied to Mineral Deposits. Członek Komitetu Redakcyjnego.

Hindawi Publishing Corporation. Członek Komitetu Redakcyjnego.

UEFA – Członek Komisji Finansowej, Członek Komisji Stadionów, Delegat UEFA, Audytor wewnętrzny.

PZPN Przewodniczący Komisji Zagranicznej, Przewodniczący Komisji Finansowej – Skarbnik. Przewodniczący Komisji doradców Zarządu, Delegat meczowy.

Fundacja Rzeki Jeziorki. Przewodniczący Zarządu, obecnie Przewodniczący Rady Fundacji.
Fundacja na rzecz Rozwoju Sportu Młodzieżowego. Przewodniczący Rady.

Patenty, wdrożenia w randze patentu

SPECZIK S., SZAMAŁEK K. 1995. Technologia utylizacji wysokochromowych odpadów galwanicznych metodą ceramiczną. Patent Nr P-229576

SPECZIK S. i zespół. 1996. Sposób eksploatacji cienkiego złoża rud. Patent Nr P-317115.

SPECZIK S. 2020. Dokumentacja geologiczna złożą rud miedzi i srebra Nowa Sól w kategorii C2. Zatwierdzona przez Ministra Klimatu i Środowiska 12.02.2020.

SPECZIK S. 2020. Dokumentacja geologiczna złożą rud miedzi i srebra Sulmierzyce Północ w kategorii C2. Zatwierdzona przez Ministra Klimatu i Środowiska w dniu 03.12.2020.

SPECZIK S. 2021. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi srebra Mozów w kategorii C2. Zatwierdzana decyzją Ministra Klimatu i Środowiska w dniu 26.07.2021.

SPECZIK S. 2023, Dodatek do dokumentacji złoża rud miedzi i srebra Nowa Sól w kategorii C2. Zatwierdzony decyzją Ministra Klimatu i Środowiska w dniu 13.01.2023.

Dyplomy i wyróżnienia
Profesora Stanisława Speczika

KGHM
Polska Miedź S.A.

MEDAL PAMIĄTKOWY

z okazji 50-tej rocznicy odkrycia złóż rud miedzi na Monoklinie Przedsudeckiej

dla

Stanisława SPECZIKA

Krzysztof SKÓRA
Prezes Zarządu KGHM Polska Miedź S.A.

Lubin, dnia 9 listopada 2007r.

Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego
00-993 Warszawa ul. Rakowiecka 2 f

(pieczęć nagłówkowa służby ochrony państwa
lub innej jednostki organizacyjnej
z adresem i nr. telefonu)

POŚWIADCZENIE BEZPIECZEŃSTWA Nr K0096005S

Na podstawie art. 36 ust. 2 ustawy z dnia 22 stycznia 1999 r. o ochronie informacji niejawnych (Dz. U. Nr 11, poz.95) po przeprowadzeniu na wniosek

Ministra Skarbu Państwa

(wnioskodawca)

~~zwykłego / poszerzonego~~ / specjalnego* postępowania sprawdzającego stwierdzam, że Pan (i) **Stanisław Speczik , 13.09.1947**

(imię i nazwisko, data urodzenia)

uzyskał(a) poświadczenie bezpieczeństwa

upoważniające do dostępu do informacji niejawnych stanowiących tajemnicę ~~służbową~~ / państwową oznaczonych klauzulą, „~~tajne~~" / „ściśle tajne" * na okres do 2008.05.11

(data ważności)

SŁUŻBA OCHRONY PAŃSTWA

Warszawa, dn. 11.05.2005 r.

(miejscowość i data)

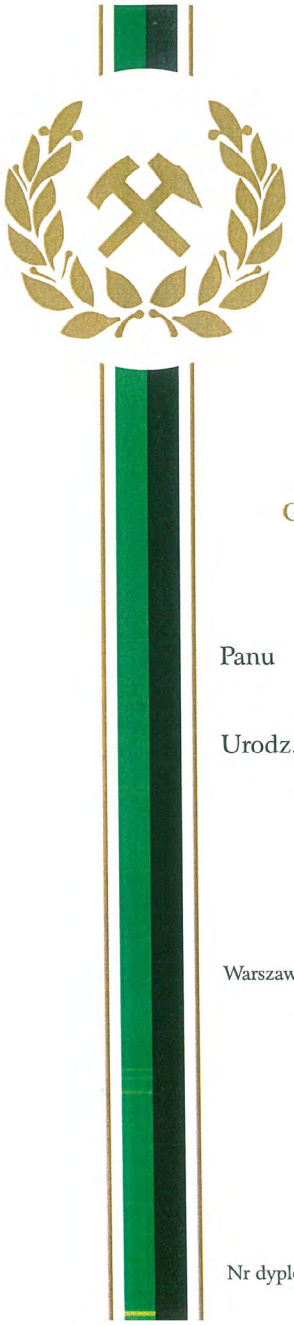
AGENCJA BEZPIECZEŃSTWA WEWNĘTRZNEGO * 38 *

m.p.

ZASTĘPCA SZEFA
Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego
Zbigniew GOSZCZYŃSKI

(imienna pieczęć i czytelny
podpis pełnomocnika ochrony
lub upoważnionego
funkcjonariusza albo żołnierza
służby ochrony państwa)

* niepotrzebne skreślić



PREZES RADY MINISTRÓW

DYPLOM

NADANIA STOPNIA GÓRNICZEGO

NADAJĘ STOPIEŃ
GENERALNEGO DYREKTORA GÓRNICTWA

Panu Stanisławowi **SPECZIKOWI**

Urodz. 13 września 1947 w Zabrzu

Warszawa, dnia 30 września 2005r.

PIECZĘĆ

PREZES
RADY MINISTRÓW

Nr dyplomu 1/25/2005

KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.
59-301 LUBIN
ul. M. Skłodowskiej-Curie 48
tel.centr.(076) 8478200, tlx 8782277
fax 84/8480

(pieczęć nagłówkowa służby ochrony państwa
lub innej jednostki organizacyjnej
z adresem i nr. telefonu)

POŚWIADCZENIE BEZPIECZEŃSTWA Nr 42/04

Na podstawie art. 36 ust. 2 ustawy z dnia 22 stycznia 1999 r. o ochronie informacji niejawnych (Dz. U. Nr. 11, poz. 95 ze zm.) po przeprowadzeniu na wniosek

PREZESA ZARZĄDU KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.

(wnioskodawca)

zwykłego / ~~poszerzonego~~ / ~~specjalnego~~* postępowania sprawdzającego

stwierdzam, że Pan (i) **Stanisław Speczik, ur. 13-09-1947**

(imię i nazwisko, data urodzenia)

uzyskał (a) poświadczenie bezpieczeństwa

upoważniające do dostępu do informacji niejawnych stanowiących tajemnicę służbową / ~~państwową~~* oznaczonych klauzulą **~~"tajne"~~ / ~~"ściśle tajne"~~*** **POUFNE**

na okres do **11-02-2014 r.**

(data ważności)

Lubin, dnia 11-02-2004 r.

(miejscowość i data)

KGHM POLSKA MIEDŹ S.A. w Lubinie m.p.

PEŁNOMOCNIK PREZESA
ds. Ochrony Informacji Niejawnych
Piotr Okoński

(imienna pieczęć i czytelny podpis
pełnomocnika ochrony lub
upoważnionego funkcjonariusza
albo żołnierza służby ochrony
państwa)

* Niepotrzebne skreślić

KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.
59-301 LUBIN
ul. M. Skłodowskiej-Curie 48
tel.centr.(076) 8478200, tlx 8782277
fax 84[illegible]
(nazwa jednostki organizacyjnej z adresem i nr telefonu)

ZAŚWIADCZENIE Nr 42/03

stwierdzające odbycie przeszkolenia w zakresie ochrony informacji niejawnych

Stwierdza się, że Pan (i):

- imię i nazwisko: **Stanisław Speczik**
- data urodzenia: **13-09-1947 r.**

odbył (a) w **KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.**

przeszkolenie w zakresie ochrony informacji niejawnych wymagane przepisami ustawy z dnia 22 stycznia 1999 r. o ochronie informacji niejawnych (Dz. U. Nr 11, poz 95 ze zm.).

KGHM POLSKA MIEDŹ S.A. w Lubinie mp.

PEŁNOMOCNIK PREZESA
ds. Ochrony Informacji Niejawnych
Piotr Łukoński
(pieczęć imienna i podpis pełnomocnika ochrony)

Lubin, dnia 16-04-2003 r.
(miejscowość i data)

PREZES RADY MINISTRÓW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 13 lutego 2002 r.

Pan

Stanisław SPECZIK

Na podstawie art. 8 ust. 2 ustawy z dnia 12 stycznia 1991 r., o Komitecie Badań Naukowych (j.t. Dz. U. z 2001 r., Nr 33, poz. 389),

w y z n a c z a m

Pana z dniem 14 lutego 2002 r. w skład Zespołu Górnictwa, Geodezji i Transportu Komitetu Badań Naukowych.

Minister Nauki
Przewodniczący
Komitetu Badań Naukowych
Michał Kleiber

GP-SK1-000-32/01

Warszawa, 2002-02-18

Szanowny Pan
Stanisław SPECZIK

Szanowny Panie,

Z przyjemnością informuję, że Prezes Rady Ministrów wyznaczył Pana w skład **Zespołu Górnictwa, Geodezji i Transportu** Komitetu Badań Naukowych. W załączeniu przekazuje decyzję Premiera w tej sprawie.

Z wyrazami szacunku

00-529 Warszawa 53, ul. Wspólna 1/3
tel./fax (+22) 628 19 44
http://www.kbn.gov.pl
e-mail: gp@kbn.gov.pl

Warszawa, dnia 29 września 2000 r.

ZAŚWIADCZENIE

Stosownie do art. 128 ustawy z dnia 16 lipca 1998 r. — Ordynacja wyborcza do rad gmin, rad powiatów i sejmików województw (Dz. U. Nr 95, poz. 602 i Nr 160, poz. 1060) Gminna Komisja Wyborcza w Gminie Warszawa-Centrum stwierdza, że w wyborach, które odbyły się dnia 24 września 2000 r. Pan Stanisław Speczik

wybrany został

RADNYM

Rady Gminy Warszawa-Centrum.

Przewodniczący
Gminnej Komisji Wyborczej
w Gminie Warszawa-Centrum
W.M. Rzewuski
Wojciech Michał Rzewuski

Gminna Komisja Wyborcza
Gmina
Warszawa-
Centrum

Warszawa, dnia 1 grudnia 2000 r.

MINISTER ŚRODOWISKA

Antoni Tokarczuk

PEpr-0010-5605/2000/kch

Pan
prof. dr hab. STANISŁAW SPECZIK

Szanowny Pani Profesorze

W związku z zakończeniem kadencji Państwowej Rady Ochrony Środowiska, w której pracach Pan uczestniczył, pozwalam sobie złożyć Panu serdeczne podziękowanie za zaangażowanie osobiste w rozwiązywaniu problemów ochrony środowiska i wkład w pracę Rady.

Życzę Panu dalszych sukcesów w pracy zawodowej i wszelkiej pomyślności w życiu osobistym, pozostając w nadziei, że w trudnych sprawach będziemy mogli korzystać z Pańskiej rozległej wiedzy i doświadczenia.

Z poważaniem

MINISTER
OCHRONY ŚRODOWISKA
ZASOBÓW NATURALNYCH I LEŚNICTWA
Jan Szyszko

ŚWIADECTWO

Na podstawie art. 70a ust. 1 ustawy z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska (Dz. U. z 1994 r. Nr 49, poz. 196, z 1995 r. Nr 90, poz. 446, z 1996 r. Nr 106, poz. 496 i Nr 132, poz. 622, z 1997 r. Nr 46, poz. 296, Nr 96, poz. 592, Nr 121, poz. 770 i Nr 133, poz. 885 oraz z 1998 r. Nr 106, poz. 668) stwierdzam, że:

Pan **Stanisław Speczik**

syn **Pawła** urodzony **13 września 1947 roku**

w **Zabrzu**

posiada kwalifikacje i uzyskał uprawnienia biegłego w zakresie:

sporządzania ocen oddziaływania na środowisko

Nr **1037**

Minister

Warszawa, 31 grudnia 1998 r.

PREZYDENT
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Szanowny Pan
dr hab. Stanisław SPECZIK

Postanowieniem z dnia 16 grudnia 1997 r. nadaję Panu tytuł naukowy profesora nauk o Ziemi.

Aleksander Kwaśniewski

Warszawa, dnia 16 grudnia 1997 r.

MINISTERSTWO PRZEKSZTAŁCEŃ
WŁASNOŚCIOWYCH

DYPLOM

Stanisław

Speczik

złożył 29.06.1996r z wynikiem pozytywnym
egzamin dla Kandydatów na Członków Rad Nadzorczych w Spółkach
Skarbu Państwa przed Komisją Egzaminacyjną przy Ministrze
Przekształceń Własnościowych

MINISTERSTWO PRZEKSZTAŁCEŃ WŁASNOŚCIOWYCH

Podsekretarz Stanu
Piotr Czyżewski

RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **181519**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **317115**

(51) IntCl[7] **E21C 41/22**

(22) Data zgłoszenia: **19.11.1996**

(54) Sposób eksploatacji cienkiego złoża rud

(43) **Zgłoszenie ogłoszono:**
25.05.1998 BUP 11/98

(45) **O udzieleniu patentu ogłoszono:**
31.08.2001 WUP 08/01

(73) **Uprawniony z patentu:**
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL

(72) **Twórcy wynalazku:**
Waldemar Korzeniowski, Kraków, PL
Jerzy Kicki, Kraków, PL
Stanisław Siewierski, Lubin, PL
Stanisław Speczik, Warszawa, PL
Wiktor Błądek, Lubin, PL
Henryk Cieszkowski, Lubin, PL
Lech Jaroń, Głogów, PL
Andrzej Janowski, Wrocław, PL
Andrzej Broda, Lubin, PL
Andrzej Wais, Lubin, PL
Stanisław Krajewski, Lubin, PL

(74) **Pełnomocnik:**
Adamek-Obłąkowska Maria,
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica

(57) Sposób eksploatacji cienkiego złoża rud oparty na systemie komorowo-filarowym, **znamienny tym**, że w chodnikach eksploatacyjnych **(1)** i **(3)**, których wysokość jest większa od miąższości złoża, urabia się rudę wraz ze skałą płonną z wydzieleniem filarów podporowych **(2)**, a następnie z wydzieleniem filarów **(2a)**, **(2b)** i **(2c)** utworzonych poprzez rozcięcie filarów **(2)** chodnikami **(3)**, po czym z chodników **(1)** i/lub **(3)** z jednego lub obu ich ociosów, wykonuje się sukcesywnie wcinki **(4)** o wysokości równej miąższości urabianej rudy, przy czym wcinki **(4)** wykonuje się w warstwie złoża ograniczonej płaszczyznami jego stropu i spągu wydzielając filary tymczasowe **(5)** do czasu ich ostatecznego wybrania lub pozostawienia.

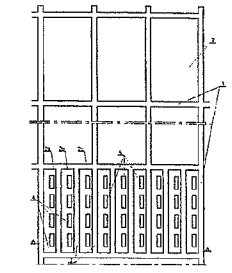


Fig.1



Fig.2

PL 181519 B1

Sposób eksploatacji cienkiego złoża rud

Zastrzeżenie patentowe

Sposób eksploatacji cienkiego złoża rud oparty na systemie komorowo-filarowym, **znamienny tym**, że w chodnikach eksploatacyjnych **(1)** i **(3)**, których wysokość jest większa od miąższości złoża, urabia się rudę wraz ze skałą płonną z wydzieleniem filarów podporowych **(2)**, a następnie z wydzieleniem filarów **(2a)**, **(2b)** i **(2c)** utworzonych poprzez rozcięcie filarów **(2)** chodnikami **(3)**, po czym z chodników **(1)** i/lub **(3)** z jednego lub obu ich ociosów, wykonuje się sukcesywnie wcinki **(4)** o wysokości równej miąższości urabianej rudy, przy czym wcinki **(4)** wykonuje się w warstwie złoża ograniczonej płaszczyznami jego stropu i spągu wydzielając filary tymczasowe **(5)** do czasu ich ostatecznego wybrania lub pozostawienia.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób eksploatacji cienkiego złoża rud zwłaszcza rud o miąższości poniżej dwóch metrów, oparty na systemie komorowo-filarowym.

Dotychczas w przypadku eksploatacji cienkich złóż rud systemem komorowo-filarowym wykonuje się wyrobiska o wysokości wynikającej z wysokości zastosowanych w nich maszyn. Oznacza to, że wyrobiska eksploatacyjne w praktyce są znacznie wyższe od miąższości warstwy złoża. Pola eksploatacyjne rozcina się pasami i komorami na filary podporowe. Filary podporowe zmniejsza się do postaci filarów resztkowych poprzez wykonywanie w nich wcinek, przy czym poprzez wcinki rozumie się wykonywanie wyrobisk rozcinających filary a coraz to mniejsze kostki podporowe lub filary resztkowe w płaszczyźnie równoległej do osi filara. Opisane wyrobiska eksploatacyjne łącznie z wcinkami muszą umożliwiać wjazd i poruszanie się w nich maszyn samojezdnych. W takich przypadkach zachodzi konieczność urabiania rudy wraz ze skałą płonną, a niekiedy tylko skały płonnej w celu zapewnienia odpowiednich gabarytów wyrobisk.

Niedogodnością systemów komorowo-filarowych, a zwłaszcza w przypadku eksploatacji cienkich złóż rud, jest konieczność zachowania wysokości wszystkich wyrobisk w polu eksploatacyjnym, które znacznie przekraczają miąższość złoża. Ponadto w całym polu eksploatacyjnym wymaga się jednoczesnego urabiania skały płonnej i rudy, co znacznie zwiększa koszty urabiania rudy oraz koszty transportu i lokowania skały płonnej.

Istotą sposobu według wynalazku jest to, że w chodnikach eksploatacyjnych, których wysokość jest większa od miąższości złoża, urabia się rudę wraz ze skałą płonną z wydzieleniem filarów podporowych oraz z wydzieleniem kolejnych filarów utworzonych poprzez rozcięcie uprzednio utworzonych filarów nowymi chodnikami eksploatacyjnymi. Następnie z nowo utworzonych chodników z jednego lub obu ich ociosów wykonuje się sukcesywnie wcinki o wysokości równej miąższości urabianej rudy. Wcinki wykonuje się w warstwie złoża ograniczonej płaszczyznami jego stropu i spągu wydzielając filary tymczasowe do czasu ich ostatecznego wybrania lub pozostawienia.

Zaletą sposobu według wynalazku jest wyeliminowanie konieczności urabiania skały płonnej pomiędzy chodnikami eksploatacyjnymi, co znacznie obniża koszty eksploatacji.

Sposób według wynalazku zilustrowany jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematyczne złoże w rzucie poziomym, a fig. 2-złoże w przekroju pionowym wzdłuż linii A-A.

Partia złoża o miąższości 0,9 m w rozważanym polu eksploatacyjnym okonturowana jest wyrobiskami przygotowawczymi 1 o szerokości 3,5 m i wysokości 3 m w taki sposób, aby wydzielić filtry 2 o wymiarach 37 m x 65 m x 3 m. Wyrobiska te wykonywane są techniką strzelniczą. Ich wysokość obejmuje całą miąższość warstwy złoża (w tym przypadku znajduje się ona w części przystropowej wyrobiska) oraz warstwę skały płonnej w części przyspągowej. Następ-

nie, utworzone w powyższy sposób filary podporowe 2 rozcinane są wzdłuż chodnikami eksploatacyjnymi 3, które obejmują zarówno warstwę złoża jak i skały płonnej. Od tego momentu, w danym polu eksploatacyjnym wykonuje się wyrobiska w postaci wcinek 4 tylko w warstwie złoża. Z chodnika eksploatacyjnego 3 wykonuje się wcinki 4 o wysokości równej miąższości warstwy złoża równej 0,9 m, których strop pokrywa się ze stropem złoża. Wcinki 4 wykonywane są techniką strzelniczą z wykorzystaniem wozów wiertniczych, przy czym wykonywanie wcinek 4 odbywa się pięcioma zabiorami: pierwszy zabiór o głębokości 0,6m i kolejne odpowiednio 0,8m, 0,8m, 1,2m i 1,5m. Odstawa urobku odbywa się przy pomocy materiału wybuchowego. Głębokość wcinki 4 z jednej strony chodnika 3 wynosi 5m i z drugiej strony 2m. Po wykonaniu wcinek 4 z jednego chodnika 3, wykonuje się analogiczne wcinki z sąsiedniego (równoległego) chodnika. Pomiędzy chodnikami 3 w warstwie złoża powstają nowe filary 5 o szerokości 3m i długości 10 m w odstępach co 5m, mierzonych w kierunku równoległym do osi chodników eksploatacyjnych 3. Mniejsza głębokość wcinki 4 po jednej stronie chodnika 3 umożliwia całkowite wybranie filarów 5 po wykonaniu obudowy z wykorzystaniem stojaków indywidualnych we wcinkach.

dnia 29.09.1995 r.

MINISTER OCHRONY ŚRODOWISKA,
ZASOBÓW NATURALNYCH I LEŚNICTWA

ŚWIADECTWO

Na podstawie art. 31 ust. 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 27, poz. 96) oraz § 21 ust. 1 rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 26 sierpnia 1994 r. w sprawie kwalifikacji do wykonywania, dozorowania i kierowania pracami geologicznymi (Dz. U. Nr 93, poz. 445 i z 1995 r. Nr 70, poz. 354) stwierdzam, że:

Pan/i prof. dr hab. S T A N I S Ł A W S P E C Z I K

syn/córka Pawła urodzony/a 13 września 1947 r.

w Zabrzu

posiada kwalifikacje i uzyskał/a uprawnienia do wykonywania, dozorowania i kierowania pracami geologicznymi kategorii II w zakresie:

poszukiwania i rozpoznawania złóż kopalin podstawowych i pospolitych oraz metanu z węgla kamiennego, z wyłączeniem złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, solanek, wód leczniczych i termalnych.

Nr II-1156

Minister

dr Krzysztof Szumałe...

1c

POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Wydział Geologii

DYPLOM

OBYWATEL Stanisław Speczik

DOKTOR nauk przyrodniczych

URODZONY DNIA 13 września 1947 ROKU

W Zabrzu, wojew. katowickie

NA PODSTAWIE OCENY OGÓLNEGO DOROBKU NAUKOWEGO

I PRZEDŁOŻONEJ ROZPRAWY HABILITACYJNEJ POD TYTUŁEM

„Metalogeneza podłoża podcechsztyńskiego monokliny przedsudeckiej."

UZYSKAŁ STOPIEŃ NAUKOWY

DOKTORA HABILITOWANEGO

nauk przyrodniczych

W ZAKRESIE geologii złóż

NADANY UCHWAŁĄ RADY Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego

Z DNIA 20 grudnia 1985 ROKU

Warszawa DNIA 30 grudnia 1986 ROKU

Rektor

Prof. dr hab. Grzegorz Białkowski

Dziekan

Prof. dr hab. Piotr Konieczny

UNIWERSYTET WARSZAWSKI IM. PJ

NR 906

KANSAS GEOLOGICAL SURVEY
Office of the Director

1930 Avenue "A", Campus West
The University of Kansas
Lawrence, Kansas 66044
913-864-3965

August 25, 1981

To Whom It May Concern:

For the period from September 3, 1980 to August 28, 1981, Dr. Stanislaw Speczik has been actively and productively associated with the Mineral Resource Research Programs of the Kansas Geological Survey at the University of Kansas. In collaboration with Dr. Pieter Berendsen of the Kansas Geological Survey staff, he has made valuable contribution to our research programs, and has advanced our understanding of certain aspects of Kansas geology. We have enjoyed greatly this association, and will be pleased if cooperative efforts can be continued in the future. Dr. Speczik is an energetic and imaginative research investigator, whose contributions we value highly.

Specifically, Dr. Speczik has been active in research on stratiform copper deposits in the United States, and has made significant comparisons of these copper deposits with the copper deposits of Poland. Dr. Speczik and Dr. Berendsen have completed a manuscript on comparison of the stratiform copper deposits of the mid-continent of the United States and of Poland, and this manuscript has been submitted for review and publication.

Dr. Speczik also has been very active in studies of the structure and stratigraphy of Lower Paleozoic rocks in north-central Kansas. He has participated in geological and geophysical work in preparation for a metallic mineral resource drilling program, and in the study of the occurrences of iron oolites in Simpson Group rocks. A manuscript on this work by Dr. Speczik and Dr. Berendsen is essentially complete.

Dr. Speczik also has been of great assistance in teaching students skills relating to the study of ore minerals, and has constructed a hot-stage for the microscopic study of fluid inclusions.

During his stay in Kansas, Dr. Speczik has made excellent use of his time in becoming acquainted with other ore deposits in the United States. He has spent several weeks studying the lead-zinc and iron ores of Missouri; attended a uranium conference in Denver, Colorado; attended an industrial minerals conference in Albuquerque, New Mexico; visited diamond pipes, the Henderson Molybdenum Mine and uranium properties in Colorado and in New Mexico. Additionally, he presented a paper on the stratiform copper deposits at the Kansas Academy of Science meeting.

In my judgment, he has made splendid use of his visit to Kansas and the United States, and has accomplished far greater productive research than one normally would expect of a visitor. His command of English now is excellent. The Kansas Geological Survey would welcome Dr. Speczik with enthusiasm should he return to the United States in the future.

Sincerest regards,

William W. Hambleton
Director

WWH:las



1.b

POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Wydział Geologii

DYPLOM

OBYWATEL **STANISŁAW SPECZIK**

URODZONY DNIA 13 września 1947 ROKU

W Zabrzu

NA PODSTAWIE PRZEDŁOŻONEJ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ POD TYTUŁEM

„Mineralizacja kruszcowa w utworach karbońskich na obszarze monokliny przedsudeckiej"

ORAZ PO ZŁOŻENIU PRZEPISANYCH EGZAMINÓW UZYSKAŁ STOPIEŃ NAUKOWY

DOKTORA

Nauk Przyrodniczych

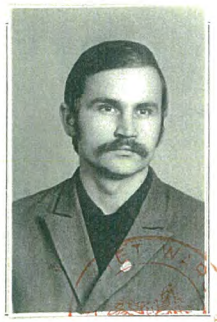
NADANY UCHWAŁĄ RADY Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego

Z DNIA 29 listopada 1976 ROKU

Warszawa, DNIA 9 marca 1977 ROKU

PROMOTOR	REKTOR	DZIEKAN
Zimnoch		Sokowski
DOC. DR HAB. EUGENIA ZIMNOCH	PROF. DR ZYGMUNT RYBICKI	PROF. DR STANISŁAW ORŁOWSKI

NR 2957



podpis

Nr 968
(numer dyplomu)

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

DYPLOM

Stanisław Speczik
urodzony dnia 13 września 1947 r.
w Zabrzu
odbył studia magisterskie
na Wydziale Geologii

w zakresie
geochemii i mineralogii

z wynikiem bardzo dobrym
i po spełnieniu wymogów określonych obowiązującymi przepisami uzyskał
w dniu 27 maja 1971 r. tytuł
Magistra Geochemii
Mineralogii i Petrografii

REKTOR m.p. DZIEKAN

Warszawa, dnia 12 listopada 1971 r.



AKT POWOŁANIA

powołuję Pana

Stanisława Speczika

Prezesa Polskiego Związku
Pracodawców Przemysłu Wydobywczego

NA CZŁONKA
RADY SPOŁECZNO-PROGRAMOWEJ
WYDZIAŁU GÓRNICTWA I GEOLOGII
POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
W KADENCJI 2016 - 2020

Dziekan
Wydziału Górnictwa i Geologii

prof. dr hab. inż. Franciszek Plewa

Gliwice, 23 listopada 2016 r.

LEWIATAN

Warszawa, 11 kwietnia 2016 r.

Pan Stanisław Speczik
Członek Rady Głównej Konfederacji Lewiatan

Szanowny Panie,

w imieniu członków Konfederacji oraz własnym bardzo dziękujemy Panu za zaangażowanie w prace Rady Głównej Lewiatana w trakcie kadencji 2013-2016.

To był ważny czas dla naszej organizacji. Odnieśliśmy szereg spektakularnych sukcesów legislacyjnych oraz na arenie międzynarodowej. Dzięki stałej obecności w Brukseli jesteśmy liczącym się głosem polskiego biznesu i partnerem dla instytucji europejskich. Umocnił się nasz zespół oraz ekspertyza, marka Lewiatana jest jeszcze bardziej rozpoznawalna, codziennie cytują nas w mediach.

Miejsce, w którym dzisiaj jesteśmy, to wynik ciężkiej pracy ludzi, zaangażowanych w rozwój Konfederacji. Sukces ten nie byłby oczywiście możliwy bez wsparcia członków Rady Głównej. Dziękujemy Panu za trzy lata wspólnej pracy w tym gremium.

Gratulujemy ponownego wyboru.

Z poważaniem

Henryka Bochniarz
Prezydent
Konfederacji Lewiatana

Henryk Orfinger
Przewodniczący Rady Głównej
Konfederacji Lewiatana

member of BUSINESSEUROPE

Konfederacja Lewiatan
ul. Zbyszka Cybulskiego 3
00-727 Warszawa

tel.(+48) 22 55 99 900
fax (+48) 22 55 99 910
lewiatan@konfederacjalewiatan.pl
www.konfederacjalewiatan.pl

NIP 5262353400
KRS 0000053779
Sąd Rejonowy dla
m.st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, sekretariat@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP PL 5250008040

www.pgi.gov.pl

państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna

Warszawa, dnia 1 lipca 2011 r.

Pan

Prof. dr hab. Stanisław Speczik

Szanowny Panie Profesorze,

W wyniku przeprowadzonych wyborów do Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w dniu 14 czerwca 2011 r.

p o w o ł u j ę

Pana do składu Rady Naukowej naszego Instytutu na 4-letnią kadencję (2011-2015).

Dyrektor
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
prof. dr hab. Jerzy Nawrocki

POLSKI ZWIĄZEK PIŁKI NOŻNEJ

Grzegorz Lato

PREZES

Warszawa, dnia 27 października 2010 roku

Szanowny Pan

STANISŁAW SPECZIK

Szanowny Panie!

W imieniu władz Polskiego Związku Piłki Nożnej i własnym składam Panu serdeczne gratulacje z okazji powołania Pana w skład Zespołu doradców Prezesa PZPN.

Jestem przekonany, że będzie Pan służył nam swoją wiedzą i doświadczeniem dla rozwoju całego piłkarstwa, a praca w roli Doradcy sprawi Panu wiele osobistej satysfakcji.

Może Pan zawsze liczyć na moją pomoc i współpracę.

W uznaniu Pana dokonań w działalności zawodowej i społecznej pozostaję,

Z wyrazami szacunku

Lato G

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, WYDZIAŁ GÓRNICTWA I GEOLOGII
SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

powstała w 1945r

utworzony w 1950 r.

DZIEKAN
DEAN
PROF. DR HAB. INŻ. KRYSTIAN PROBIERZ

Gliwice, dnia 3 lipca 2006r.

Szanowny Pan
Prof. dr hab. Stanisław Speczik
Wydział Geologii
Uniwersytetu Warszawskiego

Szanowny Panie Profesorze,

Mamy zaszczyt zaprosić Pana Profesora do udziału w pracach Rady Programowej Kwartalnika Górnictwo i Geologia, który wydawać będzie nasz Wydział.

Tematyka prac publikowanych w Kwartalniku dotyczyć będzie następujących zagadnień:

A. **Automatyzacja i Mechanizacja Górnictwa** (elektryfikacja, automatyzacja, telekomunikacja oraz mechanizacja górnictwa).
B. **Geologia Górnicza i Gospodarka Surowcami Mineralnymi** (geologiczne nauki stosowane, przetwórstwo surowców mineralnych gospodarka zasobami mineralnymi i alternatywne źródła energii).
C. **Sozologia** (ochrona górotworu przed szkodami górniczymi, miernictwo górnicze, gospodarka wodna na terenach górniczych i ekologiczne składowanie odpadów)
D. **Technologie Górnicze** (eksploatacja odkrywkowa i podziemna złóż, aerologia górnicza, budownictwo podziemne i tunelowe).
E. **Organizacja i Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie** (bezpieczeństwo pracy, zwalczanie zagrożeń naturalnych, organizacja i ekonomika górnictwa).
F. **Geomechanika, Geotechnika i Geofizyka Górnicza.**

Jesteśmy przekonani, że ogromna wiedza Pana Profesora i aktywny udział w pracach Rady Programowej pozwolą na osiągnięcie wysokiego poziomu periodyku. Pozwolimy sobie również proponować recenzowanie artykułów zgłoszonych do druku w Kwartalniku.

z poważaniem
Krystian Probierz

PL 44-100 GLIWICE, UL. AKADEMICKA 2
TEL.: (+48 32) 2371283, FAX: (+48 32) 2371510, E-MAIL: Krystian.Probierz@polsl.pl
www.polsl.pl/rg

PREZES RADY MINISTRÓW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 15 lutego 2005 r.

Pan

Stanisław SPECZIK

Na podstawie art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 8 sierpnia 1996 r. o Radzie Ministrów (Dz. U. z 2003 r. Nr 24, poz. 199 z póź. zm.)

p o w o ł u j ę

Pana z dniem 16 lutego 2005 r. na stanowisko sekretarza stanu w Ministerstwie Skarbu Państwa.

PREZES
URZĘDU TRANSPORTU KOLEJOWEGO

POWOŁUJĘ

PANA *Stanisława Speczika*

NA CZŁONKA RADY
TECHNICZNO – EKONOMICZNEJ

PREZES URZĘDU TRANSPORTU KOLEJOWEGO

WARSZAWA 2004 r.

POLSKI ZWIĄZEK PIŁKI NOŻNEJ

Michał Listkiewicz

PREZES

Warszawa, dnia 20 lipca 2004r.

Szanowny Pan
Prof. Stanisław Speczik

Drogi Stanku!

Z okazji wyboru Pana do Panelu Delegatów Meczowych UEFA na lata 2004-2006 składam Panu serdeczne gratulacje i życzenia owocnej działalności, godnego reprezentowania PZPN i całego polskiego piłkarstwa.

Z koleżeńskim pozdrowieniem

Michał Listkiewicz

PREZES RADY MINISTRÓW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 11 października 2004 r.

Pan

Stanisław SPECZIK

Na podstawie art. 8 ust. 2 ustawy z dnia 12 stycznia 1991 r., o Komitecie Badań Naukowych (Dz. U. z 2001 r., Nr 33, poz. 389 z póź. zm.),

w y z n a c z a m

Pana z dniem 12 października 2004 r. w skład Zespołu Górnictwa, Geodezji i Transportu Komitetu Badań Naukowych.

MIĘDZYNARODOWA KAPITUŁA ORDERU UŚMIECHU
INTERNATIONAL CHAPTER OF THE ORDER OF SMILE

Warszawa, 6.10.2003

Pan Prof. Stanisław Speczik

Szanowny Panie

Pragniemy poinformować, iż **Międzynarodowa Kapituła Orderu Uśmiechu**, podczas uroczystego posiedzenia Kapituły z okazji 35-lecia Orderu Uśmiechu, które odbyło się w Świdnicy w dniu 4 października b.r., ogłosiła listę Kawalerów Orderu Uśmiechu na drugie półrocze 2003 roku.

Po ocenie otrzymanych od dolnośląskich dzieci wniosków i rekomendacji, Kapituła postanowiła przyznać **Panu** to jedyne na świecie odznaczenie nadawane dorosłym przez dzieci za okazywane im serce, przyjaźń, dobroć i cierpliwość.

Serdecznie gratulujemy przyjęcia do grona **Kawalerów Orderu Uśmiechu** i życzymy jak najdłuższej ofiarnej służby na rzecz dzieci.

Jednocześnie informujemy, że o terminie, miejscu i oprawie **ceremonii wręczenia Orderu** decyduje Kawaler Orderu w porozumieniu z wnioskodawcami.

Prosimy o poinformowanie nas o powziętej decyzji odpowiednio wcześnie, aby Kapituła mogła wyznaczyć swoją reprezentację do wręczenia Orderu.

Z poważaniem i szerokim uśmiechem

Sekretarz Kapituły
Marek Pawłowski

00-491 Warszawa, ul. M. Konopnickiej 6
tel.: +48 0(prefix)22 339-06-21,tel./fax: 339-06-29,
www.orderusmiechu.pl , e-mail:kapituła@orderusmiechu.pl
NIP: 526-17-05-629 / Konto PKO BP XV O/Warszawa nr 10201156-5630-270-1

MINISTER ŚRODOWISKA

Stanisław Żelichowski

BKiRZ-121/2pn/02

Warszawa, dnia 8 maja 2002 r.

P a n

prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

Państwowy Instytut Geologiczny

Z dniem 10 maja 2002 r. ***mianuję*** Pana na stanowisko

p r o f e s o r a

w Państwowym Instytucie Geologicznym, na czas nie określony – zgodnie z art. 35 ust. 2 ustawy z dnia 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych (Dz.U. Nr 33 z 2001 r. poz. 388).

MINISTER ŚRODOWISKA

p. o. Dyrektora
BIURA KADR I ROZWOJU ZAWODOWEGO
mgr Radosław Fienko

Ldz./136/2001

Stowarzyszenie
Emitentów
Giełdowych

KGHM PM S.A. - BIURO ZARZĄDU
SEKRETARIAT BZ
Wpłynęło 20. 05. 2002
L.dz. 1358 Podpis

Warszawa, 16.05.2002 r.

Szanowny Pan
Stanisław Speczik
Prezes Zarządu
KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.

Szanowny Panie Prezesie,

W imieniu Zarządu Stowarzyszenia Emitentów Giełdowych mam przyjemność powitać Pana w gronie członków zwyczajnych Stowarzyszenia. Taką uchwałę podjął Zarząd w dniu 15.05.2002 r.

Z poważaniem

Dyrektor Biura
Stowarzyszenia Emitentów Giełdowych
Joanna Billewicz - Fotowicz

W załączeniu:
- Uchwała nr 5/2002 Zarządu SEG
- Uchwała nr 6/2002 Zarządu SEG

POLSKA
KONFEDERACJA
PRACODAWCÓW
PRYWATNYCH

PKPP/765/LP/2002

Warszawa, 12 listopada 2002 r.

Pan **STANISŁAW SPECZIK**
Prezes KGHM „Polska Miedź"

Szanowny Panie Prezesie,

Z prawdziwą satysfakcją informuję Pana, iż uchwałą Zarządu Polskiej Konfederacji Pracodawców Prywatnych z 6 listopada 2002 r. został Pan dokooptowany do składu Zarządu Polskiej Konfederacji Pracodawców Prywatnych.
Gratuluję serdecznie i cieszę się, że znalazł się Pan w gronie wiceprezydentów PKPP. Osobisty autorytet Pana Profesora, a także autorytet KGHM wzmocnią Konfederację, a bezpośrednia obecność Prezesa KGHM w Zarządzie PKPP pozwoli jeszcze lepiej wykorzystać doświadczenia zarówno Związku Pracodawców „Polska Miedź", jak i samego Kombinatu w pracach merytorycznych PKPP.

Z wyrazami szacunku

Henryka Bochniarz
Prezydent
Polskiej Konfederacji
Pracodawców Prywatnych

ul. Klonowa 6, 00-591 Warszawa
tel.: (22) 845 95 50
fax: (22) 845 95 51
www.prywatni.pl
e-mail: pkpp@prywatni.pl

Marszałek Województwa Mazowieckiego

Warszawa, dnia 9 marca 2001r.

Zgodnie z Uchwałą nr 890/III/2000 Zarządu Województwa Mazowieckiego z dnia 15 listopada 2000 roku powołuję

Pana prof. dr hab. Stanisława Speczika

w skład

Rady Programowo – Technicznej

Mazowieckiego Systemu Informacji Przestrzennej.

Geodeta
Województwa Mazowieckiego

Marszałek
Województwa Mazowieckiego

KOL. STANISŁAW SPECZIK

w imieniu władz Polskiego Związku Piłki Nożnej
składamy serdeczne gratulacje
z okazji mianowania na przewodniczącego

WYDZIAŁU DS. MODERNIZACJI
I ROZWOJU OBIEKTÓW PIŁKARSKICH

Dziękujemy za podjęcie się pełnienia
tej odpowiedzialnej funkcji w kadencji 1995—1999.

Jesteśmy przekonani, że doświadczenie, kompetencja
i zaangażowanie Kolegi w sprawy piłki nożnej zostaną
należycie wykorzystane w pracy społecznej
dla dobra polskiego piłkarstwa.

Życzymy Koledze satysfakcji z tej działalności
i dziękujemy za aktywność
i czas poświęcony Związkowi i piłce nożnej.

Prosimy przyjąć szczere życzenia wszelkiej pomyślności
w życiu osobistym i pracy zawodowej.

Z wyrazami szacunku

MICHAŁ LISTKIEWICZ
Sekretarz Generalny

dr inż. MARIAN DZIUROWICZ
Prezes PZPN

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
IN MENTE ET MALLEO
1919

DYPLOM

W uznaniu zasług dla Instytutu

Kapituła przyznaje

Panu prof. dr hab.
Stanisławowi Speczikowi

ZŁOTĄ ODZNAKĘ

PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO

w imieniu Kapituły

.....

Warszawa, 4 stycznia 1999 r.
Nr dyplomu: 57

Podsekretarz Stanu
w Ministerstwie Ochrony Środowiska,
Zasobów Naturalnych i Leśnictwa
Główny Geolog Kraju
Tadeusz Bachleda - Curuś

Warszawa, dnia 25.06.1999 r.

Pan
Prof. dr hab. Stanisław Speczik
Dyrektor Naczelny Państwowego
Instytutu Geologicznego

Warszawa
ul Rakowiecka 4

Szanowny Panie,

Na wniosek Redaktora Naczelnego powołuję Pana Profesora z dniem 15 czerwca br. na kolejną, dwuletnią kadencję Komitetu Redakcyjnego Przeglądu Geologicznego. Żywię nadzieję, że Pana udział w pracach Komitetu przyczyni się do utrzymania dotychczasowego wysokiego poziomu Przeglądu Geologicznego i jego dobrego odbioru w środowisku geologicznym.

Z poważaniem

Die
GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT
gibt sich die Ehre,

Herrn

Dir. Prof. Dr.
STANISŁAW SPECZIK

für die verdienstvolle Zusammenarbeit
zum Wohl der geologischen Forschung

zum
KORRESPONDENTEN
der
GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT
zu ernennen.

Der Ausdruck des Dankes für Ihr bisheriges Wirken verbindet sich mit dem Wunsch, dass Sie weiterhin zur Förderung geologischen Arbeitens und Denkens beitragen und die Verknüpfung Ihrer Interessensgebiete mit denen der Geologischen Bundesanstalt auch künftig pflegen und vertiefen mögen.

HR Univ. Prof. Dr. H.P. Schönlaub
Direktor

Wien, am 15. November 1999

NAGRODA NOT

II STOPNIA

ZA WYBITNE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE TECHNIKI

Rada Federacji
Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych
Naczelnej Organizacji Technicznej
"Zagłębia Miedziowego"
w Legnicy

przyznała

Kol. STANISŁAW SPECZIK

za rozwiązanie n.t. ***"Wdrożenie dostosowania systemu eksploatacji złoża rud miedzi furtą 2,0 m w kopalniach KGHM „Polska Miedź" S.A."***

PRZEWODNICZĄCY
Wojewódzkiej Komisji NOT ds. Nagród

mgr inż. Andrzej Brambor

PREZES
Rady Federacji SNT NOT

inż. Kazimierz Lizak

Legnica, czerwiec 1997r.

Kol. **STANISŁAW SPECZIK**

WICEMISTRZ TECHNIKI
województwa legnickiego

za rozwiązanie n.t. *"Wdrożenie dostosowania systemu eksploatacji złoża rud miedzi furtą 2,0 m w kopalniach KGHM „Polska Miedź" S.A.".*

WOJEWODA LEGNICKI
dr Ryszard MARASZEK

PREZES RADY FEDERACJI SNT NOT
inż. Kazimierz LIZAK

Legnica, czerwiec 1997

NAGRODA

MINISTRA
OCHRONY ŚRODOWISKA, ZASOBÓW NATURALNYCH
I LEŚNICTWA

ZA UDZIAŁ W OSIĄGNIĘCIACH RESORTU
W DZIEDZINIE OCHRONY ŚRODOWISKA, OCHRONY PRZYRODY,
GOSPODARKI WODNEJ, GEOLOGII
I LEŚNICTWA

dla

prof. dr hab. STANISŁAWA SPECZIKA

Stanisław Żelichowski

WARSZAWA, dn.11 września 1997 r.

SEKRETARZ
Wydziału VII Nauk o Ziemi i Nauk Górniczych
Polskiej Akademii Nauk

Warszawa 15.06.1996r.

Pan
Prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

Zgodnie z Uchwałą Prezydium Polskiej Akademii Nauk z dnia 16 lutego 1993 roku, mam zaszczyt powołać Pana w skład Komitetu Gospodarki Surowcami Mineralnymi przy Polskiej Akademii Nauk, w kadencji 1996 - 1998. Prosząc o przyjęcie tego powołania życzę pełnej satysfakcji z pracy w Komitecie.

(Prof. dr hab. Jerzy Jankowski)



MINISTER
OCHRONY ŚRODOWISKA,
ZASOBÓW NATURALNYCH I LEŚNICTWA

Pan

prof. dr hab. Stanisław Speczik

na podstawie art. 97 ust. 3 Ustawy z dnia 31 stycznia 1980 r.
o ochronie i kształtowaniu środowiska
(j.t. Dz.U. Nr 49 z 1994 r. poz. 196, Nr 90 z 1995 r. poz. 446)

powołuję

Pana na Członka

Państwowej Rady Ochrony Środowiska

Warszawa 4 grudzień 1995 r.

MINISTER
OCHRONY ŚRODOWISKA,
ZASOBÓW NATURALNYCH I LEŚNICTWA

GMkt-121/115/95

Warszawa, 10.02.1995r

Pan

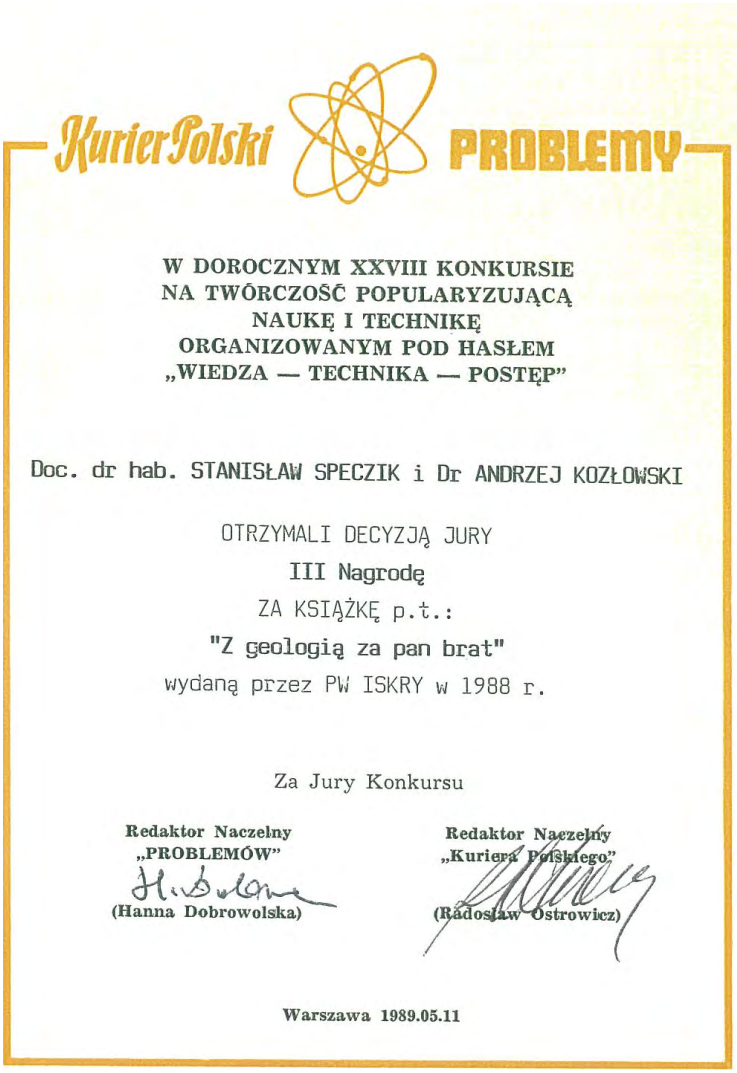
dr hab. Stanisław Speczik

Na podstawie art. 21 ust. 2 Ustawy z dn. 25.07.1985r.
o jednostkach badawczo-rozwojowych /Dz.U. nr 44
z dn. 27.05.91r./ powołuję Pana na stanowisko

DYREKTORA

Państwowego Instytutu Geologicznego na okres 5 lat.

MINISTER
Stanisław Żelichowski



Kurier Polski PROBLEMY

**W DOROCZNYM XXVIII KONKURSIE
NA TWÓRCZOŚĆ POPULARYZUJĄCĄ
NAUKĘ I TECHNIKĘ
ORGANIZOWANYM POD HASŁEM
„WIEDZA — TECHNIKA — POSTĘP"**

Doc. dr hab. STANISŁAW SPECZIK i Dr ANDRZEJ KOZŁOWSKI

OTRZYMALI DECYZJĄ JURY

III Nagrodę

ZA KSIĄŻKĘ p.t.:

"Z geologią za pan brat"

wydaną przez PW ISKRY w 1988 r.

Za Jury Konkursu

**Redaktor Naczelny
„PROBLEMÓW"**
(Hanna Dobrowolska)

**Redaktor Naczelny
„Kuriera Polskiego"**
(Radosław Ostrowicz)

Warszawa 1989.05.11



Alexander von Humboldt-Stiftung

Herr
Dr. Stanislaw Speczik
Polen

erhielt vom 1. Mai 1985 bis 30. September 1986
ein Forschungsstipendium
der ALEXANDER VON HUMBOLDT-STIFTUNG
in der Bundesrepublik Deutschland.
Er führte in dieser Zeit wissenschaftliche
Untersuchungen durch
am Institut für Mineralogie und Lagerstättenlehre
der Technischen Hochschule Aachen

Bonn-Bad Godesberg, im Jahre 1986

Der Präsident

(Professor Dr. Wolfgang Paul)
Direktor des Physikalischen Instituts
der Universität Bonn

OBYWATEL

doc. dr hab. Stanisław SPECZIK

otrzymuje

NAGRODĘ

MINISTRA

NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

INDYWIDUALNĄ STOPNIA DRUGIEGO

Z TYTUŁU OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

za pracę habilitacyjną pt.: "Metalogeneza podłoża Podcechsztyńskiego monokliny Przedsudeckiej".

WARSZAWA, DNIA 1 października 1987 ROKU

MINISTER

prof. dr hab. Benon MIŚKIEWICZ

OBYWATEL

dr Stanisław S P E C Z I K

otrzymuje

NAGRODĘ

MINISTRA
NAUKI, SZKOLNICTWA WYŻSZEGO I TECHNIKI

ZESPOŁOWĄ STOPNIA drugiego

ZA OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE
DYDAKTYCZNO - WYCHOWAWCZEJ

WARSZAWA, DNIA 1 października 19 78 ROKU

MINISTER



Stowarzyszenie Lubuskie Prezentacje Wokalne
Dzieci i Młodzieży Specjalnej Troski w Lubsku
Konto BGŻ BNP PARIBAS 33 1600 1462 1818 3432 0000 0001
68-300 LUBSKO pl. Jana Pawła II nr 1 tel. 501 468 424

Lubsko, 1.06. 2022 r.

Szanowny Pan

Prof. Stanisław Speczik
Kawaler Orderu Uśmiechu
Ambasador Dobrego Serca
Prezes Mozów Copper Sp. Z o.o.
Warszawa

Szanowny Panie Profesorze!

Od 28 lat w Lubsku organizuję niezwykłą imprezę pn. Lubuskie Prezentacje Wokalne Dzieci i Młodzieży Specjalnej Troski. Kiedy w 1993 r. wymyśliłem ten Festiwal nie przypuszczałem, że rozrośnie się on do skali ogólnopolskiej i międzynarodowej, że będę założycielem najpiękniejszej rozśpiewanej rodziny festiwalowej na świecie. Nie przypuszczałem ale tak się stało z czego jestem ogromnie dumny.

Dziś niepełnosprawni uczestnicy Festiwalu w Lubsku, ich rodzice, wolontariusze i niezliczone rzesze mieszkańców naszego miasteczka nie potrafią żyć bez siebie. Pragną być razem, bawić się i swoim śpiewem radować siebie i innych. Niestety straszna pandemia nie pozwoliła przez dwa lata na wspólne spotkanie w Lubsku.
W tym roku razem z moim oddanym sprawie sztabem zdecydowaliśmy się spełnić marzenia i pragnienia wszystkich.

Podjęliśmy się organizacji 28.Lubuskich Prezentacjach Wokalnych Dzieci i Młodzieży Specjalnej Troski, które odbędą się w Lubsku w terminie od 6.07. do 10.07.2022 r. pod honorowym patronatem Marszałka Województwa Lubuskiego i Burmistrza Lubska. Patronat Medialny sprawować będzie TVP.

Tegoroczny Festiwal będzie wydarzeniem wyjątkowym ponieważ oprócz niepełnosprawnych artystów z całej Polski i Niemiec zaprosiłem do udziału grupę dzieci i młodzieży z Ukrainy, którzy wraz z rodzinami przebywają w Lubsku. Radość wspólnej pracy twórczej, udział w warsztatach arteterapii, imprezach towarzyszących, piknikach oraz występ z towarzyszeniem orkiestry w koncercie galowym dla licznej publiczności będzie z pewnością ogromnym przeżyciem emocjonalnym dającym poczucie własnej wartości, wspólnoty i bezwarunkowej przyjaźni.

Marzeniem organizatorów jest, by impreza stała się niezapomnianym wydarzeniem dla Wszystkich, którzy będą w niej uczestniczyli. Potrzebujemy bardzo pomocy finansowej, żeby to marzenie urzeczywistnić.
Niepełnosprawni Artyści, Rodzice, Wolontariusze oraz mieszkańcy Lubska czekają na Festiwal.

Mając na uwadze fakt, że Szanowny Pan obdarzył nas zaufaniem i w znaczący sposób pomógł a nam zorganizować wiele edycji Festiwali w latach ubiegłych zwracam się z gorącą prośbą o wsparcie finansowe także w tym roku.

W przekonaniu o ogromnej wadze misji jaką organizowany przeze mnie Festiwal pełni wobec dzieci i młodzieży specjalnej troski oraz idei szeroko pojętej integracji i rehabilitacji społecznej proszę o pozytywne rozpatrzenie mojej prośby.

Z wyrazami szacunku
Prezes Zarządu – Dyrektor Festiwalu
Lech Krychowski
Kawaler Orderu Uśmiechu

Zbigniew Boniek

Prezes Polskiego Związku Piłki Nożnej

Warszawa, dnia 18 sierpnia 2017 r.

Szanowny Pan

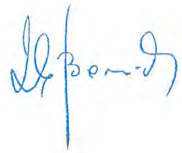
Stanisław SPECZIK

W imieniu władz Polskiego Związku Piłki Nożnej chciałbym serdecznie podziękować Panu za godne reprezentowanie Polskiego Związku Piłki Nożnej poprzez pełnienie zaszczytnej i odpowiedzialnej funkcji Delegata Meczowego PZPN.

W szczególności zaś pragnę wyrazić zadowolenie z przyjętego przez Pana sposobu pracy i wsparcia merytorycznego organizatorów meczów piłki nożnej w ramach rozgrywek piłkarskich szczebla centralnego.

Liczę na dalsze zaangażowanie z Pana strony w działalność dla dobra polskiej piłki nożnej.

Ze sportowym pozdrowieniem



Warszawa 25.11.2010 r.

Pan
Profesor dr hab. Stanisław Speczik

Szanowny Panie Profesorze,

Z przyjemnością pragnę poinformować, iż Kapituła Akademii Polskiego Sukcesu przyznała Panu:
Złoty Medal i tytuł Członka Zwyczajnego Akademii Polskiego Sukcesu

„Za wybitne osiągnięcia naukowe w geotechnologii i wykrycie głębokich złóż złota i miedzi ".

W bieżącym roku Akademia Polskiego Sukcesu obchodzi swoje X – lecie. Przed dziesięciu laty był to jeden z nielicznych programów promocyjnych mających upowszechniać najlepsze przykłady osobistych sukcesów ludzi, osiągnięć instytucji i przedsiębiorstw. Ponad 400 brązowych, srebrnych i złotych medali Akademii Polskiego Sukcesu przyjętych przez wybitne postaci nauki, kultury, mediów, sportu, biznesu, przez wyróżniające się instytucje i osoby prywatne tworzy obraz zbiorowego sukcesu Polaków i vademecum godnych naśladowania przykładów. Kapitułę Złotego Medalu APS tworzy 40 – tu wybitnych Polaków.

Gratulując tego prestiżowego wyróżnienia uprzejmie informuję, iż wręczenie Złotego Medalu odbędzie się w dniu 10 grudnia 2010 roku o godz. 18.00 w Muzeum Kolekcji im. Jana Pawła II – Galeria Porczyńskich w Warszawie Pl. Bankowy 1.

Z wyrazami szacunku

Sekretarz Kapituły
Prezes Polskiego Klubu Biznesu
Ryszard Konwerski

04-048 Warszawa, ul.Kompasowa 3 lok.23
Tel. +48/22/ 870-07-05; 813-97-97 Fax. +48/22/ 870-07-05 ; e - mail: pkb@pkb.org.pl

Warszawa, dnia 02 lutego 2006 r.

URZĄD TRANSPORTU KOLEJOWEGO
PREZES
Janusz Dyduch

Pan
Prof. dr hab. inż. Stanisław Speczik
Członek Rady Techniczno – Ekonomicznej
przy Prezesie Urzędu Transportu Kolejowego

Zakończyła się pierwsza kadencja dwuletniego funkcjonowania Rady Techniczno – Ekonomicznej przy Prezesie Urzędu Transportu Kolejowego.

W tym czasie odbyto osiem plenarnych posiedzeń Rady, na których omawiano, analizowano i dyskutowano szereg zagadnień dotyczących roli transportu kolejowego w koncepcji zrównoważonego rozwoju i kierunków polityki transportowej państwa, strategii rozwoju rynku transportu kolejowego w Polsce, stanu technicznego infrastruktury kolejowej, problemów interoperacyjności i certyfikacji wyrobów, rozwoju zaplecza naukowo – technicznego dla potrzeb kolejnictwa i innych. Przygotowane materiały i wnioski z posiedzeń Rady stanowiły wytyczne dla dalszej pracy Urzędu Transportu Kolejowego.

O ważności prac, opinii i autorytecie Rady świadczy fakt udziału w niektórych z posiedzeń członków ścisłego kierownictwa Ministerstwa Infrastruktury i Ministerstwa Transportu i Budownictwa.

W związku z zakończeniem kadencji składam Panu Profesorowi serdeczne podziękowanie za włożony wysiłek w funkcjonowanie Rady Techniczno – Ekonomicznej, życząc jednocześnie dalszych sukcesów w pracy zawodowej i życiu osobistym.

PREZES URZĘDU TRANSPORTU KOLEJOWEGO

Szanowny Pan
prof. dr hab. Stanisław Speczik

Z ogromną dumą i radością pragnę poinformować, że Polska Miedź ma za sobą kolejny rekordowy rok. Z całą pewnością przekroczyliśmy zakładany w prognozie poziom 2 miliardów 78 milionów złotych zysku netto. Ten ogromny zysk to zasługa nie tylko rekordowych cen miedzi. To przede wszystkim efekt wysiłku całej górniczo-hutniczej braci, przeróbkarzy, pracowników służb ekonomicznych, pracowniczych i administracyjnych, kadry kierowniczej.

W tym ogromnym sukcesie każdy ma swój własny, niepowtarzalny udział. Także nasi wypróbowani partnerzy, którzy dzielą się z nami swoją wiedzą, doświadczeniem, swoimi osiągnięciami. Współpracując, pomagają sprostać coraz bardziej ambitnym zadaniom, znajdować nowe rozwiązania, zakreślać nowe horyzonty.

Z całego serca dziękuję Panu za ogromne zaangażowanie i oddanie na rzecz naszej wspólnej małej Ojczyzny – Polskiej Miedzi.

Jestem przekonany, że Polska Miedź, dzięki takim wspaniałym ludziom, w roku Jubileuszu 45-lecia śmiało może patrzeć w przyszłość ! Wypracowaliśmy bardzo dobry program rozwojowy, ciekawe koncepcje i rozwiązania techniczne, ale przede wszystkim mamy w otoczeniu KGHM ludzi o wielkiej wiedzy i zapale do osiągania rzeczy niemożliwych.

Dziękuję za udaną i owocną współpracę i za osobistą życzliwość !

Marek Szczerbiak

Lubin, dnia 17 luty 2006r.

Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej

DZIENNY OŚRODEK OPIEKUŃCZY

67-200 Głogów ul. Strumykowa 3



PODZIĘKOWANIE

dla

Pana

Stanisława Speczika

Za ofiarowanie najcenniejszego daru,
jakim jest wielkie otwarte serce
na potrzeby i oczekiwania dzieci.

Tylko ludzie o wielkich zaletach serca maja przyjaciół.

Voltaire

DZIĘKUJEMY

Głogów, Luty 2005r.

Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej
DZIENNY OŚRODEK OPIEKUŃCZY
67-200 Głogów, ul. Strumykowa 3
tel. (076) 834-26-78

KIEROWNIK
Dziennego Ośrodka Opiekuńczego
w Głogowie
mgr Mirosława Krasicka

KGHM METALE SA

Lubin, dnia 9 marca 2005 roku

Szanowny Pan
Prof. Stanisław Speczik

W związku ze złożeniem przez Pana rezygnacji z członkostwa w Radzie Nadzorczej WM „Łabędy" S.A. z siedzibą w Gliwicach, w imieniu Zarządu KGHM Metale S.A. składam Panu serdeczne podziękowania za pracę na rzecz Spółki.

Zdaniem Zarządu KGHM Metale SA niezwykle cenny był Pana wkład w proces restrukturyzacji Grupy Kapitałowej WM „Łabędy" S.A. Decyzje podejmowane przez Pana jako Przewodniczącego Rady Nadzorczej WM „Łabędy" S.A.. wpłynęły na rozwój Spółki, a tym samym przyczyniły się do odnoszonych obecnie sukcesów.

Jednocześnie życzę Panu dalszych sukcesów w życiu zawodowym i prywatnym.

Z wyrazami szacunku

Stanisław Krajewski
Prezes Zarządu
KGHM Metale S.A.

Pan prof.dr hab. Stanisław Speczik
W a r s z a w a

Szanowny Panie Profesorze

Zarząd i Pracownicy Walcowni Metali „Łabędy" S.A. pragną wyrazić podziękowanie za osiem lat pracy, które poświęcił Pan naszej Firmie.

Sprawował Pan funkcję Przewodniczącego Rady Nadzorczej w okresie, który można dziś określić jako szczególny w stuletniej historii Walcowni. W tym czasie decydował się dalszy los Przedsiębiorstwa, które musiało poradzić sobie z trudnościami adaptacji do nowej sytuacji społeczno-gospodarczej.

Jesteśmy Panu wdzięczni za rzetelny nadzór nad trudnymi procesami przekształceń, twórczy wkład w tworzenie koncepcji i przygotowanie nowych kierunków działalności, życzliwy patronat nad realizacją naszych przedsięwzięć.

Obiecujemy nie zawieść Pańskiego zaufania i nie zaprzepaścić osiągnięć, które są owocem Pańskiej pracy i zaangażowania.

Życzymy Panu sukcesów w działalności zawodowej, oraz pomyślności w realizacji planów osobistych.

Prezes Zarządu
Walcowni Metali „Łabędy" S.A.
Jan Eichhof

Gliwice, 18 maj 2005 rok

Zakład Przemysłu Odzieżowego CORA TEX® S.A.
w Krasnymstawie

Krasnystaw, dnia 22 września 2005r

Szanowny Pan
prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

Sekretarz Stanu
Ministerstwo Skarbu Państwa
Warszawa

Szanowny Panie Ministrze,

Zarząd i Pracownicy Zakładu Przemysłu Odzieżowego „CORA-TEX" S.A. w Krasnymstawie, pragną złożyć na Pańskie ręce wyrazy najserdeczniejszych podziękowań za pomoc w sfinalizowaniu działań zmierzających do uzyskania przez Spółkę pomocy publicznej.

Nasza wdzięczność jest tym większa, gdyż to właśnie dzięki przyznanym środkom finansowym możliwe jest dalsze funkcjonowanie Spółki i utrzymanie wielu miejsca pracy, oraz źródła utrzymania dla dużej liczby pracowników.

Szanowny Panie Ministrze, pozwalam sobie jeszcze raz w imieniu Załogi Spółki i swoim złożyć najserdeczniejsze podziękowania i życzyć Panu powodzenia zarówno na niwie zawodowej jak i prywatnej.

Z wyrazami wdzięczności
Marian WÓJCIK
Prezes Zarządu

breco
Spółka z o.o.
ROK ZAŁOŻENIA 1898

Szanowny Pan
Stanisław Speczik

Bielsko-Biała 3 październik 2005r

Podsekretarz Stanu
Ministerstwa Skarbu Państwa

Szanowny Panie Ministrze

Składamy serdeczne podziękowania, za okazaną pomoc wyrażamy głęboką wdzięczność za zrozumienie problemów z którymi się borykamy, otrzymana pomoc publiczna pozwoli na utrzymanie miejsc pracy, ciągłość produkcji wdrożenie nowych technologii unowocześnienie parku maszynowego.

Pańskie głębokie zaangażowanie, praca, czas nam poświęcony a przede wszystkim troska o przyszłość naszej firmy, to duże wyróżnienie dla Breco to potwierdzenie, że losy Polskiej Gospodarki nie są obojętne.

Wdzięczni Pracownicy i Zarząd Breco

Dorota Santarosa
Przewodnicząca
Związków Zawodowych
Pracowników przy BRECO Sp. z o.o.

Jerzy Kanik
Prezes Zarządu
BRECO Sp. z o.o.

Kazimierz Ślęk
Przewodniczący
NSZZ SOLIDARNOŚĆ
BRECO Sp. z o.o.

FUNDACJA ROZWOJU KARDIOCHIRURGII

ul. Wolności 345 a • 41-800 Zabrze • tel. (0...32) 373 56 00 • fax: (0...32) 373 56 77 • e-mail: office@frk.pl
NIP: 648-10-29-255 • konto: Bank Przemysłowo-Handlowy PBK S.A. I O/Zabrze Nr 50 1060 0076 0000 4012 9002 8312

Zabrze, 9 lutego 2004 r.

Pan
STANISŁAW SPECZIK
Prezes Zarządu
KGHM Polska Miedź S.A.
w Lubinie

Szanowny Panie Prezesie,

Na pamiątkę zeszłorocznego koncertu „Serce za serce" z udziałem „The Ladies First Symphony Orchestra" pod batutą Sławomira Chrzanowskiego pragnę przekazać kasetę VHS z zarejestrowanym przebiegiem gali, mając nadzieję, że będzie ona miłym wspomnieniem tego wydarzenia.

W nadziei na kontynuację wzajemnie życzliwych kontaktów,

pozostaję z wyrazami szacunku

Prezes Rady Fundacji
prof. dr hab. n. med. Zbigniew Religa

Anna i Rafał
Dutkiewiczowie

Szanowny Pan
Profesor
Stanisław Speczik

Pragniemy serdecznie podziękować za zaangażowanie, jakiemu dał Pan wyraz, wspierając finansowo wpływy z Drugiego Balu Dobroczynnego na rzecz dzieci chorych na nowotwory. Dzięki wspólnemu wysiłkowi, w tym wielkiemu wsparciu z Pana strony, udało nam się zebrać sporą kwotę pieniędzy, za którą zostanie zakupiony sprzęt pozwalający wyrwać śmierci 20 małych Istnień Ludzkich rocznie.
Możliwość zebrania pieniędzy, między innymi dzięki udziałowi Pana przywróci nadzieję wielu rodzicom na powrót ich pociech do zdrowia, a nas wszystkich utwierdza w przekonaniu o zaufaniu do ***Ludzi Wielkiego Serca.***
Dziękujemy za szczodry gest, wsparcie, zaufanie i przyjacielską pomoc oraz za wspólne i bezinteresowne budowanie Dobra, Nadziei i Miłości.
Korzystając z okazji życzymy Panu zdrowia, wielu sukcesów oraz wszelkiej pomyślności.

Z wyrazami szacunku
Anna Dutkiewicz

Wrocław, 5 lutego 2004 r.

MARSZAŁEK
WOJEWÓDZTWA DOLNOŚLĄSKIEGO

Wrocław, dnia 30 marca 2004 roku

Szanowny Pan
Stanisław Speczik
Prezes KGHM Polska Miedź S.A.

Szanowny Panie Prezesie,
Drogi Stanisławie,

Pragnę serdecznie podziękować za bardzo dobrą współpracę i miłą atmosferę, jaka towarzyszyła naszym kontaktom w czasie pańskiej pracy w KGHM Polska Miedź S.A.

Osobiste zaangażowanie Pana w działalność Spółki i w pracę na rzecz Województwa Dolnośląskiego zasługują na wyrazy najwyższego uznania i szacunku. Ogromnie cenię sobie wkład KGHM Polska Miedź S.A. w rozwój gospodarczy naszego regionu, i tym samym pragnę wyrazić wdzięczność za trud włożony w stworzenie innowacyjnej firmy na ziemi dolnośląskiej, która stanowi, nie tylko wzór nowoczesnej organizacji i przedsiębiorczości, ale przede wszystkim symbol najwyższej jakości i sukcesu.

Dziękując za owocną oraz ważną dla mnie i Województwa Dolnośląskiego współpracę, składam Panu najserdeczniejsze życzenia zdrowia oraz wszelkiej pomyślności w życiu osobistym.

z wyrazami szacunku

Henryk Gołębiewski

PREZYDENT MIASTA LUBINA

Lubin, dnia 30.03.2004 r.

Szanowny Pan
prof. dr hab. Stanisław Speczik

Szanowny Panie!

KGHM Polska Miedź S.A. to jeden z największych producentów miedzi i srebra na świecie - duży wkład w budowę tak znaczącej pozycji firmy miała Pańska osoba. To dzięki Pańskim pomysłom i działalności przedsiębiorstwo jest nadal światowym liderem w branży wydobywczej.

„ Kto chce tworzyć, musi być radosny", powiedział Teodor Fontane. W zdaniu tym tkwi zaiste Pańska recepta na sukces. To wiara i pozytywne myślenie pomogły Panu w ciężkich chwilach i dodały nowych sił.

Pragnę złożyć na Pana ręce serdecznie podziękowania za tak wspaniałą działalność, nie tylko dla KGHM Polska Miedź S.A., ale i również dla całej społeczności miasta Lubina.

Mam nadzieję, że Pańska aktywność będzie w przyszłości inspiracją dla nas wszystkich.

Z wyrazami szacunku
Robert Raczyński
Prezydent Miasta Lubina

Stowarzyszenie

Bieg Piastów

Sz. Pan

Prof. dr hab. inż.

Stanisław Speczik

Szanowny Panie Profesorze!

Mam przyjemność przekazać Panu Profesorowi podziękowania za kilkuletnią skuteczną, efektywną i efektowną współpracę ze Stowarzyszeniem „Bieg Piastów".

To dzięki Panu mogliśmy doprowadzić trasy narciarskie do klasy światowej, zakupić specjalistyczny sprzęt do ich utrzymania oraz rozbudować zaplecze z profesjonalnym wyposażeniem. A skutek? To TYSIĄCE odwiedzających.

XXVIII Bieg Piastów przez większość zawodników, kibiców i dziennikarzy uznany został za bardzo dobrze przeprowadzony. To nie tylko efekt wsparcia finansowego KGHM Polska Miedź, którym Pan kierował, ale przede wszystkim Pana wielkiego osobistego zaangażowania w jakuszycką imprezę! W pamięci mojej i moich współpracowników Bieg ten zapisze się nie tylko ze względu na jego sportowy i organizacyjny poziom, ale może głównie dzięki Pana wspaniałemu gestowi. Wiedzieliśmy, iż jeszcze w sobotę rano załatwiał Pan służbowe sprawy w Warszawie, a mimo to, sobie tylko znanym sposobem, potrafił Pan w południe pojawić się na Polanie Jakuszyckiej wśród biegaczy, aby wręczać nagrody najlepszym zawodnikom z KGHM Polska Miedź i zaszczycić nas swoją obecnością

Do takich gestów zdolni są tylko ludzie wielcy!

Na trwałe jest Pan związany z Biegiem Piastów i Polaną Jakuszycką, na której zostawił Pan dobre ślady swojej działalności.

Gratuluję Panu osiągnięć! Dziękuję za życzliwą i skuteczną współpracę!

Z okazji Świąt Wielkanocnych samego dobra, no prawie samego!

Julian Gozdowski

Prezes Stowarzyszenia

Bieg Piastów

Jakuszyce 08.04.2004.

ps. oryginał wysyłam pocztą

OPERA DOLNOŚLĄSKA Instytucja Kultury Samorządu Województwa Dolnośląskiego
ul. Świdnicka 35, 50-066 Wrocław, tel. 071/ 370 88 50, fax 071/ 370 88 52, opera@opera.wroclaw.pl

Wrocław, 14 kwietnia 2004 r.

Szanowny Pan
prof. Stanisław Speczik
Lubin

Szanowny Panie Profesorze,

Chciałabym serdecznie Pana zaprosić na premierę opery ***Walkiria***, kolejnej części słynnej tetralogii Ryszarda Wagnera ***Pierścień Nibelunga***. Spektakl ten – podobnie jak poprzednie części cyklu – zostanie zaprezentowany we wrocławskiej Hali Ludowej w dniach 28-29 maja oraz 4-5 czerwca br. Byłabym ogromnie szczęśliwa, gdyby mógł Pan przyjechać na nasze przedstawienie w którymś z podanych terminów.

Jesteśmy obecnie w fazie intensywnych przygotowań artystycznych do tej premiery. Wierzymy, że uda się nam zrealizować to przedsięwzięcie mimo ogromnych trudności finansowych, z którymi się borykamy. Niestety, wbrew naszym ogromnym nadziejom i wcześniejszym zapowiedziom, nowe władze Fundacji Polska Miedź odmówiły nam wsparcia finansowego tego przedsięwzięcia.

Z tym większą wdzięcznością pamiętamy wszyscy wspaniałomyślny gest Pana Prezesa o dofinansowaniu naszego poprzedniego widowiska operowego na Odrze ***Gioconda***. Bardzo liczyliśmy na to, że tak dobrze rozpoczęta współpraca będzie mogła być prowadzona również w tym roku. W naszych planach finansowych założyliśmy, że KGHM Polska Miedź S.A. będzie jednym z większych mecenasów całego cyklu wagnerowskiego. Wydawało się nam, tak duża i mocno związana z naszym regionem dolnośląskim firma wesprze to wielkie wydarzenie artystyczne o skali międzynarodowej, ale pomyliliśmy się.

W imieniu własnym oraz wszystkich artystów i pracowników Opery chciałabym Panu bardzo gorąco podziękować za pomoc Operze Dolnośląskiej i mnie osobiście. Bez Pana wsparcia nie udałoby się nam zrealizować projektu, który przyniósł splendor i rozgłos Operze i Wrocławiowi.

Bardzo żałuję, że nie ma Pana w tej chwili w KGHM Polska Miedź S.A. Dla mnie osobiście wielkim wstrząsem jest to, że nadal w Polsce nie liczą się osiągnięcia takiego wspaniałego menedżera, jakim Pan jest, nie liczy się stan firmy będącej w szczycie rozkwitu, do jakiego doprowadził Pan KGHM, lecz liczą się jak zwykle sprawy pozamerytoryczne. Ponieważ w swoim życiu dotknęła mnie podobna sytuacja, tym bardziej mnie to poruszyło.

Życzę Panu wszystkiego, co najlepsze i wierzę, że w niedługim czasie poprowadzi Pan jakieś wielkie przedsiębiorstwo w równie znakomitym stylu.

Bardzo zależałoby mi na tym, aby znajdował Pan czas i przyjeżdżał na nasze spektakle. Zawsze będzie Pan naszym serdecznie oczekiwanym i z radością witanym gościem.

Z wyrazami szacunku

DYREKTOR
Ewa Michnik

LIST GRATULACYJNY

Z OKAZJI OTRZYMANIA NAGRODY
PREZYDENTA OSTROWCA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

dla

Pana Profesora
Stanisława Specika

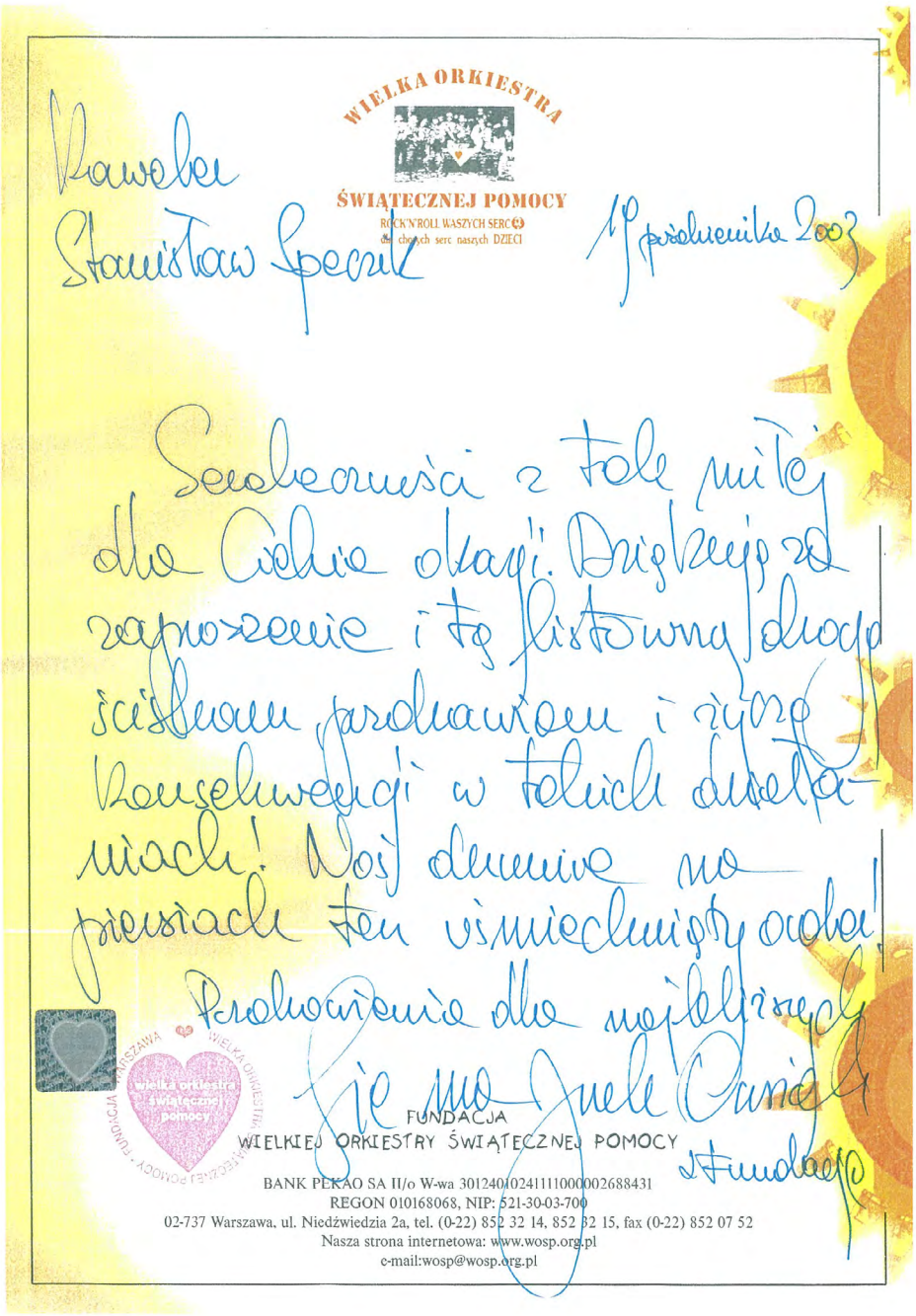
za

wybitny wkład w rozwój bazy sportowej
miasta Ostrowca Świętokrzyskie

Prezydent Miasta
Ostrowca Świętokrzyskiego

Jan Szostak

Ostrowiec Świętokrzyski, luty 2003 r.



WIELKA ORKIESTRA
ŚWIĄTECZNEJ POMOCY
ROCK'N'ROLL WASZYCH SERC
dla chorych serc naszych DZIECI

Pawełku
Stanisław Speczik
1 października 2003

Serdecznie z tej miłej
dla Ciebie okazji. Dziękuję za
zaproszenie i tę listowną drogą
ściskam Państwa i życzę
konsekwencji w tylich działa-
niach! Wasi dumnie na
piersiach ten niemieckiego orła!
Powodzenia dla najlepszych
Jak mu Juela Czinka
Stanisław

FUNDACJA
WIELKIEJ ORKIESTRY ŚWIĄTECZNEJ POMOCY

BANK PEKAO SA II/o W-wa 30124010241111000002688431
REGON 010168068, NIP: 521-30-03-700
02-737 Warszawa, ul. Niedźwiedzia 2a, tel. (0-22) 852 32 14, 852 32 15, fax (0-22) 852 07 52
Nasza strona internetowa: www.wosp.org.pl
e-mail:wosp@wosp.org.pl


PODZIĘKOWANIE
wielka orkiestra świątecznej pomocy
11 FINAŁ
FINAŁ
Podziękowanie dla
Stanisława Speczika
W imieniu swoim, całej Fundacji, wszystkich naszych Przyjaciół
i wszystkich dobrych ludzi chcielibyśmy serdecznie podziękować
za udział w kolejnym, XI Finale Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy.
Były gorące serca, były światełka w stronę Dobrych Aniołów,
była fura Miłości i było jak zwykle ogromne zdziwienie, że można
już jedenasty raz tak cudownie grać dla tych, którzy tego potrzebują.
Po raz kolejny pokazaliśmy wszyscy razem, że zjednoczeni taką siłą
możemy góry przenosić, pokonywać wszystkie trudności i niekończącą się
pieśnią naszego wiecznego optymizmu - potrafić kochać drugiego człowieka.
Pamiętajcie, gramy do końca świata i jeden dzień dłużej
i nie zapominajcie nigdy dać z siebie choć troszeczkę,
kiedy inni będą o to prosili.
11 LAT
Wasz Jurek Owsiak i przyjaciele
Warszawa 2003
Fundacja Wielka Orkiestra Świątecznej Pomocy, 02-737 Warszawa, ul. Niedźwiedzia 2a, tel: (22) 852 32 14, (22) 852 32 15, fax: (22) 852 07 52
e-mail: wosp@wosp.org.pl, strona internetowa: www.wosp.org.pl, nasze konto: BANK PEKAO SA II O/WARSZAWA, 12401024-21036512-2700-401112-001

WYŻSZA SZKOŁA EUROPEJSKA
IM. KS. JÓZEFA TISCHNERA

dr Jarosław Gowin
Rektor

Kraków, 3 XI 2003

Szanowny Pan Profesor
Stanisław Speczik
Prezes Zarządu KGHM Polska Miedź SA
Lubin

Szanowny Panie Profesorze!

W imieniu swoim, pracowników, wykładowców, jak i studentów Wyższej Szkoły Europejskiej im. ks. Józefa Tischnera w Krakowie pragnę złożyć Panu Profesorowi gratulacje z okazji przyznania przez Międzynarodową Kapitułę Orderu Uśmiechu jej prestiżowego odznaczenia. Jako uczniowie naszego patrona ks. prof. Józefa Tischnera cieszymy się widząc, iż są w Polsce osoby, które potrafią nie tylko myśleć, ale również działać według wartości. Jesteśmy przekonani, że Pańskie zaangażowanie powinno stać się przykładem ofiarnej i bezinteresownej pomocy dla najbardziej potrzebującej młodzieży – tej mieszkającej daleko, jak i tej, którą można znaleźć w sąsiedztwie.

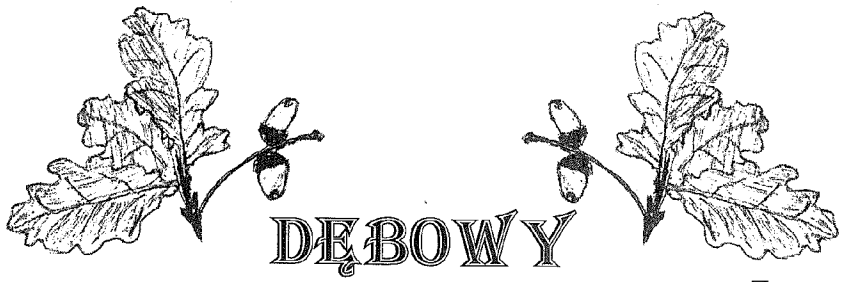
W naszej Szkole staramy się uczyć studentów nie tylko specjalistycznej wiedzy, lecz wymagamy od niej społecznego zaangażowania w sprawy swojego otoczenia, wymagamy bycia dojrzałymi obywatelami i członkami społeczeństwa obywatelskiego. W tym trudnym zadaniu wspiera nas Założyciel WSE, Społeczny Instytut Wydawniczy ZNAK i skupione wokół niego środowisko wybitnych polskich intelektualistów, pisarzy czy polityków. Cieszymy się więc, iż również w świecie wielkich polskich przedsiębiorców nasi studenci mogą odnajdywać wyspy dobra, które stanowią dla nich przykład.

Jeszcze raz serdecznie gratulując, załączam wyrazy szacunku,

Jarosław Gowin

Jarosław Gowin
Rektor Wyższej Szkoły Europejskiej
im. ks. J. Tischnera w Krakowie

ul. Kościuszki 37
30-105 Kraków
telefon: (+12) 427 35 98
e-mail: rektor@wse.krakow.pl



DĘBOWY LAUR DOBROCZYNNOŚCI

DLA

PROF. STANISŁAW SPECZIK

OD SPOŁECZNOŚCI DOMU SAMOTNYCH MATEK Z DZIEĆMI

MARKOT W ZGORZELCU

Wdzięczni za pamięć, serdecznie zobowiązani za gesty wsparcia i przywrócenie nadziei, za wielki wkład w dzieło przekonywania ludzi do ludzi, ośmielamy się prosić o przyjęcie honorowego wyróżnienia, którego akt nadania jest dla nas wyjątkowym zaszczytem.

W imieniu Kapituły Lauru

Agnieszka Dąbrowska

W Zgorzelcu dane, roku 2003, na wieczną rzeczy pamiątkę.

OPERA DOLNOŚLĄSKA
ul. Świdnicka 35, 50-066 Wrocław
tel. 071/ 370 88 50, fax 071/ 370 88 52

Wrocław, 10 września 2002

Pan
Stanisław Speczik
Prezes Zarządu
KGHM Polska Miedź S.A.
w Lubinie

Szanowny Panie Prezesie,

Serdecznie dziękuję Panu Prezesowi za wyrażenie zgody, aby KGHM Polska Miedź S.A. został współproducentem wielkiego widowiska plenerowego - Karnawału Świętojańskiego na Odrze. Jestem też ogromnie wdzięczna Panu Prezesowi za wielką pomoc w pozyskaniu Programu 2 Telewizji Polskiej S.A. dla realizacji tej wspaniałej inicjatywy.

Jednocześnie gorąco zapraszam Pana Prezesa wraz z Małżonką na przedstawienie „Carmina Burana", które zaprezentujemy w dniach 18-19-20 oraz 25-26-27 października br. we wrocławskiej Hali Ludowej. Byłabym szczęśliwa móc gościć Państwa na naszym spektaklu.

Łączę wyrazy szacunku

DYREKTOR
Ewa Michnik

Sz.P.
prof. dr hab. Stanisław Speczik
prezes Zarządu
KGHM Polska Miedź S.A.

Szanowny Panie Prezesie

Proszę przyjąć moje serdeczne podziękowania za wielokrotną pomoc na rzecz naszego miasta i jego społeczności.
Wsparcie firmy, którą Pan kieruje, przy organizacji popularnych w naszym grodzie imprez sportowych - głównie kolarskich, jest dla nas nieocenione. Dzięki tej współpracy imprezy nabierają dużego rozmachu i stają się widowiskami ogólnokrajowymi.

Jest mi niezmiernie miło, że swoje podziękowania mogę złożyć na ręce życzliwego dla wszystkich inicjatyw społecznych kawalera "Orderu Uśmiechu" - jednego z najbardziej znaczących odznaczeń międzynarodowych. Proszę zatem przyjąć moje szczere gratulacje oraz życzenia dalszej tak owocnej współpracy z chojnowskim samorządem.

Jednocześnie pragnę podziękować wszystkim przyjaciołom naszego miasta, którzy wielokrotnie angażują się przy organizacji i przebiegu kolarskich zmagań.
Praca p. Wacława Zgody, p. Bogdana Rzepki oraz p. Romana Halickiego na rzecz naszego lokalnego środowiska, przyczynia się nie tylko do promocji miasta, ale i firmy, której są reprezentantami.



Z poważaniem

Burmistrz Chojnowa
Jan Serkies

ŚRODOWISKO ŻOŁNIERZY SAMODZIELNEJ GRUPY OPERACYJNEJ
" P O L E S I E "
generała Franciszka Kleeberga

Prof. dr hab. Stanisław Speczik
Dyrektor Naczelny
Państwowego Instytutu Geologicznego
w Warszawie

Wielce Szanowny Panie Dyrektorze –
– nasz Dobrodzieju!

Środowisko byłych żołnierzy gen. Franciszka Kleeberga – ostatniego dowódcy Samodzielnej Grupy Operacyjnej „Polesie", która pod Kockiem w dniach 2-5 października 1939 r. pobiła i zmusiła do odwrotu wielką jednostkę Wehrmachtu, obchodziło w 1999 roku niezwykle uroczyście 60 rocznicę tej bitwy, w której klasztor i kościół w Woli Gułowskiej dnia 5 października 1939 r. czterokrotnie przechodził z rąk do rąk, co świadczy o niezwykłej zaciętości tych bojów. Uroczystości odbyły się 3 października 1999 r. w obecności wysokich dostojników państwowych i przy asyście kompanii honorowej Wojska Polskiego.

Z tej okazji środowisko żołnierzy SGO „Polesie" uhonorowało tę rocznicę specjalną plakietą, którą wręczono O. Przeorowi klasztoru w Woli Gułowskiej.

Środowisko żołnierzy gen. F. Kleeberga poczytuje sobie za zaszczyt wręczenie tej pamiątkowej plakietki, jako wyraz wdzięczności za wieloletnią opiekę i wszelkie dobrodziejstwa, jakich doznaje ze strony Pana Dyrektora.

Prosimy o przyjęcie tego wotum, jako wyrazu uznania, wdzięczności i głębokiego szacunku.

Wiceprzewodniczący
Środowiska Kleeberczyków
/J. Znosko/

Przewodniczący
Środowiska Kleeberczyków
/W. Matkowski/

W Warszawie, dnia 14 stycznia 2000 r. na Opłatku Kleeberczyków

FUNDACJA IM. KS. STEFANA NIEDZIELAKA
pomocy Kościołowi i Rodakom na Wschodzie

Klub Inteligencji Katolickiej ,ul .Kopernika 34, 00-336 Warszawa, tel./fax 827-29-04
tel.827-39-39 Konto Fundacji:PBK III O. w Warszawie nr11101024-976578-2700-1-52

Warszawa, 12 stycznia 2000 r.

Prof. dr hab. Stanisław Speczik
Dyrektor Naczelny
Państwowego Instytutu Geologicznego

Zarząd Fundacji im. ks. Stefana Niedzielaka składa Panu Dyrektorowi i Pracownikom Państwowego Instytutu Geologicznego serdeczne podziękowania za hojne wspieranie akcji charytatywnej prowadzonej na terenie PIG przez dr Krzysztofa Radlicza na rzecz Polaków z Wileńszczyzny.

Wyjątkowo otwarte serca i hojność PIG, wspierana osobiście przez Pana Dyrektora, powoduje, że coraz więcej szkół wileńskich chciałaby dostać się pod opiekuńcze skrzydła Państwowego Instytutu Geologicznego.

Wszystkie dary rzeczowe i świąteczne paczki żywnościowe od Państwowego Instytutu Geologicznego wywołują wśród polskiej społeczności łzy szczęścia.

Za wieloletnią i, mamy nadzieję, dalszą pomoc składamy Panu Dyrektorowi podziękowanie polskim zawołaniem: "Bóg zapłać!".

PREZES ZARZĄDU
Fundacji im. ks. Stefana Niedzielaka
mgr Ryszard Buch

LIETUVOS RESPUBLIKA
VILNIAUS RAJONO
SAVIVALDYBĖS ADMINISTRACIJA
ŠVIETIMO SKYRIUS

RASTINĖNŲ PAGRINDINĖ MOKYKLA
Rastinėnų k., 4042 Vilniaus r. Tel. 59 02 27

..... Nr. .....

20.01.2000 r.

Szanowny Panie Dyrektorze
oraz Pracownicy Państwowego Instytutu
Geologicznego w Warszawie

w Nowym Jubileuszowym 2000 Roku życzymy dużo zdrowia, szczęścia rodzinnego, pogody ducha, urzeczywistnienia planów życiowych oraz wszystkiego najlepszego, by w 2000 roku każdy z Was - naszych kochanych Rodaków osiągnął szczyt własnych marzeń. Aby Nasze serca i rodzinne progi nigdy nie opuszczała WIARA, NADZIEJA i MIŁOŚĆ. Przez cały ten czas zawsze byliście z nami. Kochamy Was Wszystkich!

Szanowni Państwo, w imieniu grona pedagogicznego i uczniów naszej polskiej szkółki, serdecznie dziękuję, że pamiętacie o nas mieszkających na Wileńszczyźnie, a mianowicie: za paczki żywnościowe, które sprawiają nam wiele radości, za komputer i wiele innych rzeczy, które otrzymała nasza szkoła i uczniowie.

Szczęść WAM BOŻE!

Z poważaniem dyrektor szkoły w Rostynianach M. Jarmolkiewicz

RADA NAUKOWA
PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO

Pan
Profesor dr hab. Stanisław Speczik
Dyrektor Naczelny
Państwowego Instytutu Geologicznego

Szanowny Panie Profesorze!

Zebrani na posiedzeniu Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego w dniu 9 lutego 2000 roku, przedstawiciele społeczności geologicznej - członkowie Rady, pragniemy złożyć Panu Profesorowi wyrazy najwyższego uznania i podziękowania za wybitne osiągnięcia w kierowaniu Państwowym Instytutem Geologicznym w czasie pięcioletniej pracy na stanowisku Dyrektora Naczelnego.

Ten czas to etap znakomitych osiągnięć i wielkiego rozkwitu Instytutu, który zawdzięczać należy pracy całego ogółu pracowników, ale też przede wszystkim Pana, Panie Dyrektorze, wysokim umiejętnościom nowoczesnego i efektywnego zarządzania. Jesteśmy głęboko przekonani, że nie tylko my dziś, ale także nasi następcy w przyszłości, docenią i potwierdzą Pana kapitalny wkład w rozwój, tak bardzo zasłużonej dla naszego Państwa instytucji.

To Pan inspirował i zagrzewał wszystkich pracowników Instytutu do podejmowania coraz to trudniejszych zadań.

To z Pana inicjatywy, Panie Dyrektorze, Instytut rozpoczął realizację zupełnie nowych ról w dziedzinie geologii stosowanej.

To dzięki Pana staraniom Instytut zyskał najwyższą pozycję wśród innych instytutów badawczo-rozwojowych i renomę skutecznie działającej na wszystkich polach państwowej służby geologicznej.

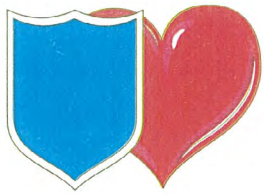
Niech nam będzie wolno wyrazić także nasz wielki podziw dla niezwykłej umiejętności łączenia niełatwych obowiązków Dyrektora Naczelnego Państwowego Instytutu Geologicznego z rzetelną i powszechnie cenioną pracą naukowo-badawczą.

Wraz z podziękowaniami za dotychczasową doskonałą współpracę, prosimy przyjąć serdeczne życzenia dalszych wspaniałych osiągnięć w działalności zawodowej, spełnienia pragnień, zdrowia oraz satysfakcji w życiu osobistym.

Członkowie Rady Naukowej
Państwowego Instytutu Geologicznego

DYPLOM

PRZYJACIEL SZKOŁY





Dyrektor i Rada Pedagogiczna _____

Szkoły Podstawowej Nr 3 im. gen. Fr. Kleeberga

pragnie wyrazić gorące i serdeczne podziękowanie dla

Pani/a *Prof. dr hab. Stanisława Speczika*

za *ogromną życzliwość i osobiste zaangażowanie na rzecz wyposażenia szkoły w sprzęt, pomoce dydaktyczne i środki transportu*

Dziękujemy za pomoc, życzliwość, zrozumienie i ofiarność.

Z poważaniem



SZKOŁA PODSTAWOWA NR 3
im. Gen.Franciszka Kleeberga
22-200 WŁODAWA
ul. Z. Sierpińskiego 4
tel. (0-82) 572-11-38, 572-24-5
- 1 -

Dyrektor
Dyrektor Szkoły
mgr Antoni Kobiela

Włodawa Dnia 16 lipca 1998 r.


Dyplom
Prof. dr hab. St. Speczik
Młodzież Szkolna, Rodzice
i Grono Nauczycielskie Gminy
Kotla składają serdeczne
podziękowanie Panu Profesorowi
za wielkie serce, pomoc finansową
i materialną na rzecz naszych
szkół
wdzięczni uczniowie
rodzice i grono pedagogiczne
DYREKTOR SZKOŁY
mgr Teresa Saracen
DYREKTOR SZKOŁY
mgr Jan Baraniecki
Kotla, 15.09.1997 r.

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

WYDZIAŁ GEOLOGII

Al. Żwirki i Wigury 93; 02-089 Warszawa
☎ 22 30 51–4; fax 220248

Warszawa, dnia 18.04.1996r.

Szanowny Pan

Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego

Prof.dr hab. Stanisław **SPECZIK**

Uprzejmie informuję, że w dniu 16 kwietnia 199 roku podpisany został akt notarialny o zakupie Ośrodka Szkoleniowego w Bocheńcu k/Małogoszczy przez Uniwersytet Warszawski.

Tym samym Wydział Geologii może przystąpić do realizacji swych wieloletnich zamierzeń o organizacji Bazy Terenowej - Stacji Doświadczalnej w Górach Świętokrzyskich.

Znając Pana osobiste, wieloletnie zaangażowanie w tę sprawę pragnę obecnie wyrazić Panu swe wielkie podziękowanie za wszelką okazaną Wydziałowi Geologii pomoc, przy której wykupienie Ośrodka stało się realne.

Dziękując Panu, wyrażam równocześnie nadzieję że Ośrodek w Bocheńcu stanie się miejscem, które będzie wydatnie służyło także Pana działalności naukowej i dydaktycznej.

z poważaniem

DZIEKAN
Wydziału Geologii UW
Prof. dr hab. inż. Joanna Pinińska



POLSKI CZERWONY KRZYŻ
ZARZĄD ODDZIAŁU LOKALNEGO
WARSZAWA - POŁUDNIE

PODZIĘKOWANIE

Zarząd Oddziału Lokalnego PCK
Warszawa-Południe składa

Panu Stanisławowi Speczik

Serdeczne podziękowanie, wyrazy uznania i szacunku za szczególne zaangażowanie w realizacji zadań humanitarnych naszego Stowarzyszenia

SEKRETARZ
Zarządu Oddziału Lokalnego PCK
Warszawa-Południe
Irena Sobierajska

PREZES
Zarządu Oddziału Lokalnego PCK
Warszawa-Południe
Jan Bartosik

Warszawa, dnia 28.03.1996 r



Moore Hall
University of Kansas
Lawrence, Kansas

KANSAS GEOLOGICAL SURVEY

To all to whom these presents shall come, greetings:
Know ye, that the Kansas Geological Survey
presents this award for

Distinguished Service

to

Stanislaw Speczik

in recognition of exceptional contributions to the
Kansas Geological Survey and the State of Kansas

IN TESTIMONY WHEREOF,
I have hereunto subscribed
my name and caused to be
affixed the Seal of the
Kansas Geological Survey.

SIGNED this 28th day of
August A.D. 1991

by the Director William W. Hambleton

Rozszerzone abstrakty referatów wygłaszanych podczas konferencji naukowej

"Metalogeneza i znaczenie gospodarcze polimetalicznych złóż miedzi w Polsce”

(*Metallogenesis and economic importance of polymetallic copper deposits in Poland*)

Formation of Kupferschiefer-type deposits in Poland: Insights by geochemical proxies

Achim Bechtel[1,2], W. Crawford Elliott[3], Reinhard Gratzer[2], Stephan Hoernes[1], Sławomir Oszczepalski[4], Wilhelm Püttmann[5], Yuch-Ning Shieh[6], J. Marion Wampler[7]

[1] Institute of Mineralogy & Petrology, University of Bonn, Poppelsdorfer Schloss, Bonn

[2] Institute of Applied Geosciences, University of Leoben, Leoben

[3] Department of Geology, Georgia State University, Atlanta

[4] Polish Geological Institute, Warszawa

[5] Institute for Atmospheric and Environmental Sciences, J.W. Goethe-University, Frankfurt nad Menem

[6] Department of Earth and Atmospheric Sciences, West Lafayette

[7] School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta

In the mining districts of southwestern Poland, Cu-Ag deposits rim the oxidized basal Zechstein strata, denoted as "Rote Fäule". The adjacent ore-grade mineralization cuts-across the strata and grades vertically and horizontally into barren-pyritic Kupferschiefer distant to the Rote Fäule (e.g. Oszczepalski 1994; Speczik 1995). Large-scale metal zonation implies for isotopic exchange and substantial alteration of organic matter within the mineralized rocks due to fluid-rock interaction (Bechtel et al. 1999, 2000, 2001).

Drill core samples of the Permian Kupferschiefer were collected from the Lubin-Sieroszowice mining district (SW Poland) at different distances to the oxidized zone (Rote Fäule) and from non-mineralized Kupferschiefer of the Polish Zechstein basin (Fig. 1). The sampled intervals were restricted to the bottom part of the Kupferschiefer. The samples revealed differences in base metal and noble metal contents, accompanied by variations in the molecular composition of hydrocarbons, stable isotope composition of calcite and illitic clays, as well as crystallinity and K-Ar ages of illite.

Organic geochemical analyses provided evidence for an oxidative alteration of organic matter in Kupferschiefer samples within and adjacent to the Rote Fäule zones (Bechtel et al. 2001). The extent of this alteration is reflected by differences in the composition of the saturated and aromatic hydrocarbon fractions of the soluble organic matter. With

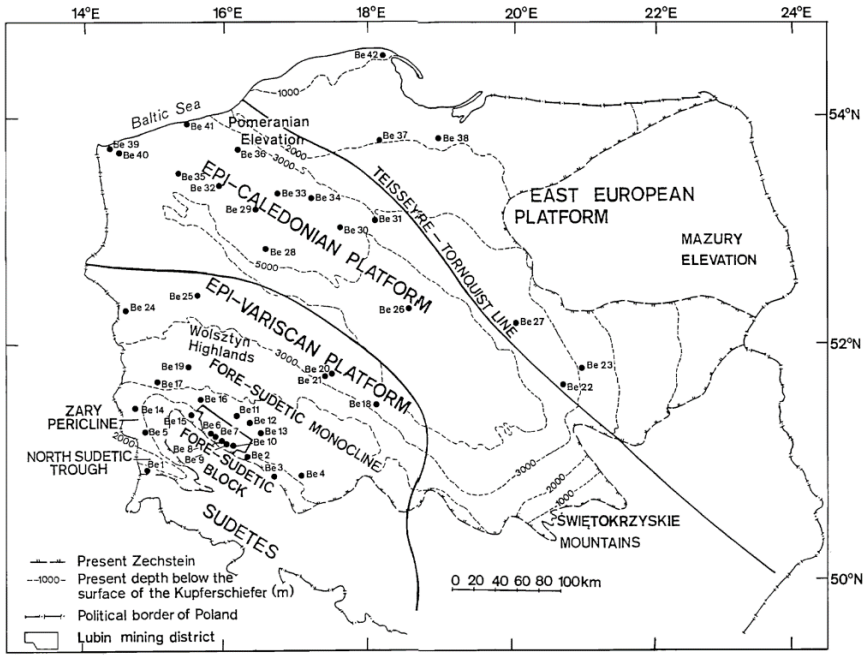


Fig. 1. General geology of the pre-Permian basement of the Polish Zechstein basin and location of the boreholes sampled (modified after Pokorski 1988; adopted from Bechtel et al. 2001)

decreasing distance to the Rote Fäule zone, compositional changes of the aromatic hydrocarbons are characterized by the increase in concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and elevated ratios of phenanthrene to methylphenanthrenes, resulting in a decrease of the methylphenanthrene index (MPI 1; Fig. 2). Organic matter of non-mineralized Kupferschiefer is not affected and shows the expected trend in isomerisation of aromatic hydrocarbons related to burial depth (maturity trend). Organic geochemical maturation parameters argue for a temperature increase of approximately 25°C per 1000 m burial depth within the Zechstein basin.

Metal-bearing, oxidizing solutions are most probable responsible for OM degradation and associated changes in their C-isotopic composition (Bechtel et al. 2001). Degradation of ^{13}C-depleted organic constituents (e.g. loss of aliphatic hydrocarbons, demethylation reactions) by oxidizing fluids resulted in residual organic matter with higher $\delta^{13}C$ values adjacent to the areas of Rote Fäule. Therefore, changes in the isotopic composition of minerals (e.g. calcite, clays) through fluid-rock interactions could be expected.

The results of detailed mineralogical and stable isotope analyses of clay minerals and calcite revealed that the metal enrichment processes were associated with significant changes in oxygen and hydrogen isotope composition of the illitic clays, with a decrease in illite crystallinity (Fig. 3), and an increase in the percentages of neoformed illite ($1M/1M_d$

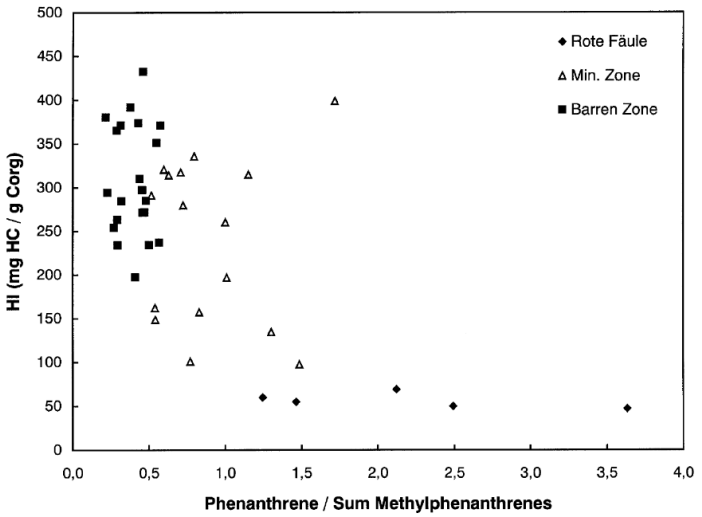


Fig. 2. Hydrogen index vs the phenanthrene/sum of methylphenanthrenes ratio of Kupferschiefer samples of the Polish Basin indicating degradation of OM towards the Rote Fäule zone (adopted from Bechtel et al. 2001)

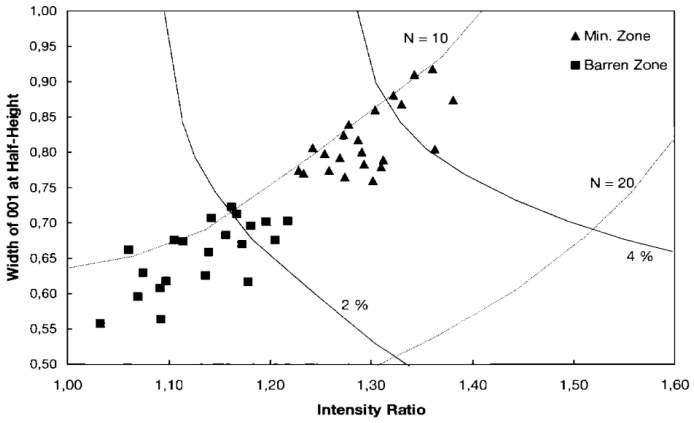


Fig. 3. Cross-plot of the Kubler indices (Kubler 1967) vs intensity ratios (after Srodon 1984) of illites (< 2 μm) of the Kupferschiefer samples. The mean X-ray scattering domain sizes (labeled N) and the percentages of swelling layers (labeled as %), based on the calculations by Eberl and Velde (1989), are shown (adopted from Bechtel et al. 2000)

polytypes) in the clay size fractions. D/H and $^{18}O/^{16}O$ ratios of the minerals in the host rock are suggested to have been affected by the mineralizing process. The magnitude of the isotopic shift in $^{18}O/^{16}O$ ($\delta^{18}O$ of illite decreases of ~4‰) and D/H of illitic clays (δD increases of ~40‰) corresponds with the distance to Rote Fäule and Cu-mineralized zones within the Kupferschiefer (Bechtel et al. 2000). The isotopic zonation of fine-grained illite is explained by fluid-rock interaction with ascending, oxidizing solutions, which are thought to have been responsible for base metal deposition and formation of Rote Fäule.

Published microthermometric fluid inclusion data and the degree of maturation of organic matter imply a maximum temperature between 100 and 150°C during host rock alteration and ore formation. The estimated isotopic composition of the mineralizing brines ($\delta^{18}O$ between +2 and +7‰; δD between –3 and –23‰) argue for its origin from meteoric waters by evaporation in the sedimentary basin of the Rotliegendes (Fig. 4; Bechtel et al. 2000).

Based on these results and previous K-Ar data, information about the age of ore formation could be expected from K-Ar dating of illite. Significant differences in the crystallinity, polytypism, and K-Ar ages of illite were noted between samples within, or close

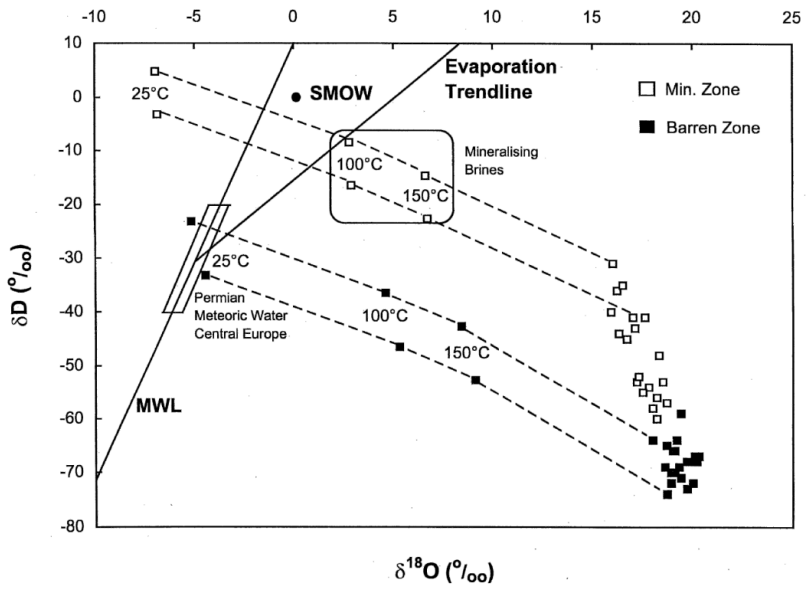


Fig. 4. δD vs $\delta^{18}O$ values of fine-grained clay minerals from Kupferschiefer. Isotopic composition of waters in equilibrium with selected samples from Rote Fäule and the barren zone are plotted for surface (25°C) and diagenetic temperatures (100 to 150°C). Calculations are based on the illite-water hydrogen fractionation equation of Yeh (1980) and the illite-water oxygen fractionation equation of Sheppard and Gilg (1996). Also shown are the Meteoric Water Line (MWL), the isotopic compositions of local Permian meteoric waters, seawater (SMOW) and the δD-$\delta^{18}O$ trajectory for meteoric water undergoing evaporation (adopted from Bechtel et al. 2000)

to the mining district at the Fore-Sudetic monocline (the mineralized zone) and samples from the barren, pyritic Kupferschiefer from the central and northern parts of the Polish Zechstein basin (the non-mineralized zone). In all the shales studied, the clay fractions contained mixtures of 2 M_1 and 1 M, and/or 1 M_d illites. Illite within the mineralized zone showed lower crystallinity and a smaller amount of the 2 M_1 polytype compared to illites farther from the mineralized area. The K-Ar ages of the <2 μm fractions of the Kupferschiefer from the mineralized zone fall in a narrow range around 250 Ma (Bechtel et al. 1999). The K-Ar ages of illites from the non-mineralized zone are greater, ranging from 277 to 348 Ma (Fig. 5).

The ages of diagenetic illite in five samples from the mineralized zone were estimated by linear extrapolation to 0 percent 2 M_1 illite of plots of the K-Ar ages of different grain size fractions against their percentages of 2 M_1 illite. The ages so estimated for the diagenetic (authigenic) illites are in the range of 190 to 216 Ma (Bechtel et al. 1999). Likewise, the ages of detrital illite from from Kupferschiefer shale across the entire basin were estimated by extrapolation to 100 percent 2 M_1 illite of plots of K-Ar ages against percentages of 2 M_1 illite for different size fractions. These estimated ages for detrital illite increase

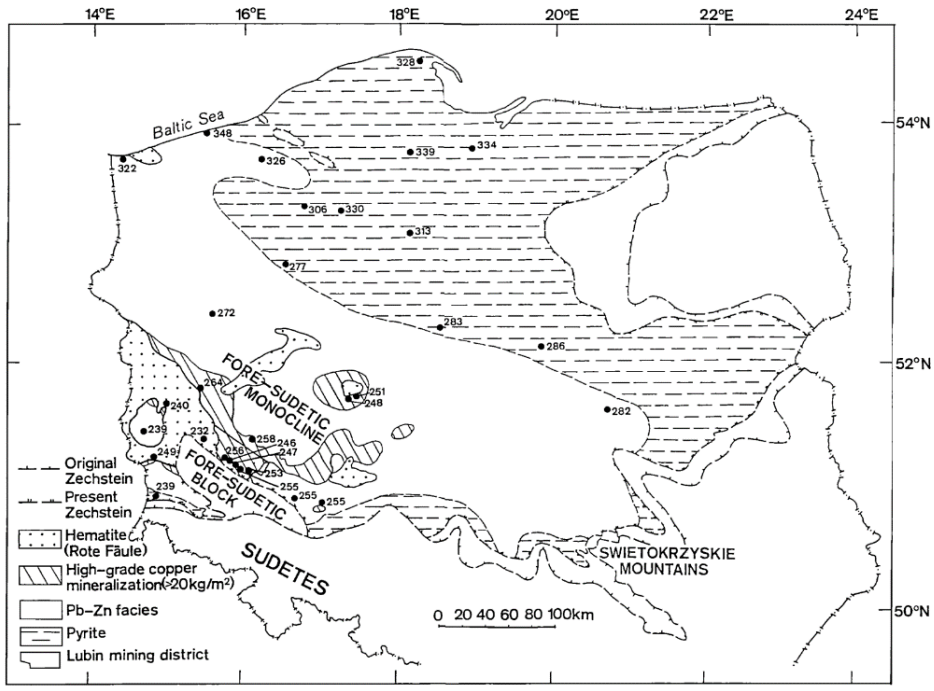


Fig. 5. Ore-grade base metal mineralization in relation to hematitic Rote Fäule and location sampled for K-Ar dating of illite (after Oszczepalski 1994). The measured K-Ar ages of the <2 μm or the 1–2 μm size fractions are indicated (values in Ma; adopted from Bechtel et al. 1999)

toward the north, reaching 370 Ma, which is consistent with the idea that Caledonian basement rocks in nothern Poland supplied clastics to the Kupferschiefer. The outlined differences in crystallinity, polytypism, and K-Ar ages of illitic clays cannot be exclusively explained by differences in burial depth of the Kupferschiefer. The results argue for enhanced neoformation and/or recrystallization of illite at the time mineralization took place, and suggest that the formation of diagenetic illite was induced by the mineralizing event during Late Triassic-Early Jurassic.

The presented data provided evidence that the regional base metal zonation in the Kupferschiefer can be explained by redox-controlled metal precipitation from oxidizing brines through decreasing Eh-conditions during its passage through the reduced Kuferschiefer. The results, together with K-Ar data of illite, argue for a post-depositional origin of high-grade mineralization within the Kupferschiefer of Poland during Late Triassic/ /Early Jurassic. The metals were most probably derived by leaching of Rotliegend volcanics and clastic sedimentary rocks with the oxidizing Rotliegend brines Upward ore-fluid migration and penetration into the Kupferschiefer were favored at zones of enhanced permeability adjacent to paleohighs.

References

Bechtel A., Elliott W.C., Wampler J.M., Oszczepalski S. 1999. Clay Mineralogy, Crystallinity, and K-Ar Ages of Illites within the Polish Zechstein Basin: Implications for the Age of Kupferschiefer Mineralization. Economic Geology 94, 261–272.

Bechtel A., Shieh Y.-N., Elliott W.C., Oszczepalski S., Hoernes S. 2000. Mineralogy, crystallinity and stable isotopic composition of illitic clays within the Polish Zechstein basin: implications for the genesis of Kupferschiefer mineralization. Chemical Geology 163, 189–205.

Bechtel A., Gratzer R., Püttmann W., Oszczepalski S. 2001. Variable alteration of organic matter in relation to metal zoning at the Rote Fäule front (Lubin-Sieroszowice mining district, SW Poland). Organic Geochemistry 32, 377–395.

Eberl D.D., Velde B. 1989. Beyond the Kubler index. Clay Mineralogy 24, 571–577.

Kubler B. 1967. La cristallinité de l´illite et les zones tout á fait supérieures du métamorphisme. [In:] Étages Tectoniques, Colloque de Neuchátel: Institute of Geology, University of Neuchátel, pp. 105–121.

Oszczepalski S. 1994. Oxidative alteration of the Kupferschiefer in Poland: Oxide-sulphide parageneses and implications for ore-forming models. Geological Quarterly 38, 651-672.

Pokorski J. 1988. Paleotectonic maps of the Rotliegendes in Poland. Geological Quarterly 32, 15––32, in Polish.

Sheppard S.M.F., Gilg H.A. 1996. Stable isotope geochemistry of clay minerals. Clay Mineralogy 31, 1–34.

Speczik S. 1995. The Kupferschiefer mineralization of Central Europe: new aspects and major areas of future research. Ore Geology Reviews 9, 411–426.

Srodon J. 1984.: X-ray diffraction of Illitic materials. Clays and Clay Minerals 32, 337–349.

Yeh H.-W. 1980. D/H ratios and late-stage dehydration of shales during burial. Geochimica et Cosmochimica Acta 44, 341–352.

Ocena wartości nowych złóż rud miedzi i srebra w Polsce

***Tomasz Bieńko*[1,2]**

[1] Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

[2] Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Warszawa

Siedem złóż miedzi i srebra typu stratyfikowanego stanowi bazę zasobową dla przemysłu miedziowego w Polsce. Spośród nich cztery zostały odkryte i udokumentowane w ostatnich latach: Nowa Sól, Sulmierzyce Północ, Mozów (część Północnego Pasma Miedziowego) oraz Żary. Pozostałe trzy – Bytom Odrzański, Głogów i Retków – stanowią przedłużenie złóż należących do obecnie eksploatowanego Nowego Okręgu Miedziowego. Polskie złoża miedziowo-srebrowe cechuje polimetaliczność – wydobywane są z nich miedź, srebro, ołów, nikiel, a także niewielkie ilości renu i złota. Nieodzyskiwane metale towarzyszące w rudach miedzi i srebra to kobalt, molibden, wanad, cynk oraz pierwiastki ziem rzadkich.

W celu analizy wartości polskich złóż rud miedzi i srebra zastosowano jednostkową wartość rudy (ang. *unit ore value*) w USD/tonę. Porównano złoża eksploatowane, graniczące z nimi złoża niezagospodarowane oraz nowo odkryte złoża należące do Północnego Pasa Miedziowego. We wszystkich badanych złożach metalem dominującym w jednostkowej wartości rudy jest miedź. Drugim najważniejszym metalem jest srebro, którego udział wynosi do 29%. Metale nieżelazne inne niż miedź stanowią od 1 do 11% jednostkowej wartości rudy w polskich złożach miedzi i srebra. Na podstawie analizy ekonomicznej wskazano, w jakim stopniu złoża rud miedzi i srebra stanowiące przyszłą bazę zasobową różnią się od złóż już zagospodarowanych oraz, że w obszarze monokliny przedsudeckiej dokładniejsze rozpoznanie geologiczne przyczynia się do wzrostu wartości złoża.

Wprowadzenie

W erze transformacji energetycznej i dekarbonizacji zapewnienie dostępu do wybranych metali staje się dla wielu państw celem strategicznym. Komisja Europejska uznała wręcz część surowców za krytyczne dla nowoczesnej gospodarki (Komisja Europejska 2023). Pandemia COVID-19 uwidoczniła, w jakim stopniu gospodarki krajów europejskich uzależnione są od importu surowców z zagranicy, głównie z Azji i Afryki (Lewicka i in. 2021). Na przykład, szacuje się, że ponad 60% światowej produkcji kobaltu pochodzi z Demokratycznej Republiki Konga, a w rafinacji tego metalu od lat przodują Chiny (Gulley i in. 2016). W przypadku górnictwa niklu sytuacja jest podobna – ponad połowa światowej produkcji związana jest z zaledwie trzema krajami – Rosją, Indonezją i Filipinami (Mudd 2010). Europa, ważny światowy konsument metali krytycznych, odpowiada dziś jedynie za 8,5% globalnego wydobycia surowców metalicznych (Lewicka i in. 2021; Komisja Europejska 2023).

Polska posiada jedne z najbogatszych i największych złóż rud miedzi na świecie (Fig. 1). Rozpoznane zasoby geologiczne wszystkich polskich złóż rud miedzi i srebra

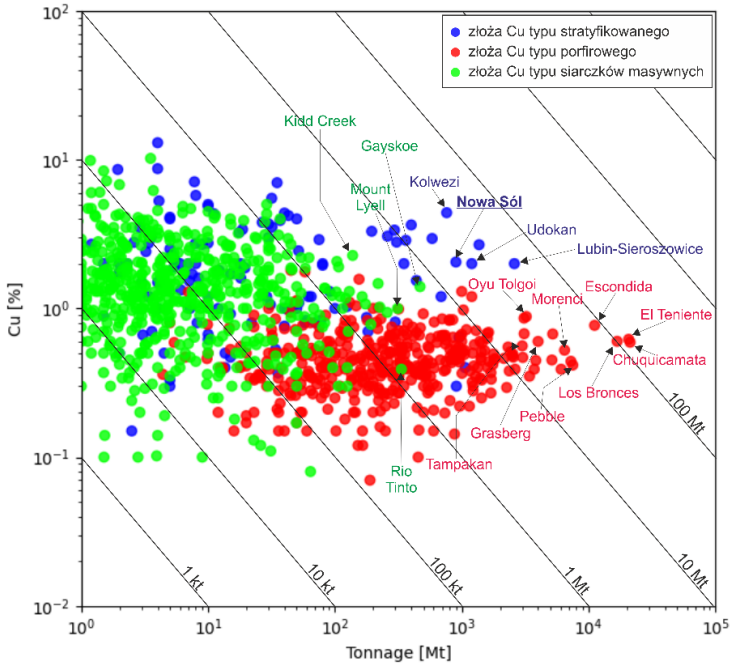


Fig. 1. Wybrane polskie złoża rud miedzi i srebra na tle największych światowych złóż typu porfirowego, stratyfikowanego i siarczków masywnych (ang. VMS – volcanogenic massive sulfides). Dane pochodzą z zasobów USGS oraz z opracowania Speczik i in. (2021)

typu stratyfikowanego wynoszą ponad 3 mld ton rudy o zawartości 52 mln ton miedzi i 147 tys. ton srebra. Zasoby przemysłowe zagospodarowanych złóż to ponad 1 mld ton rudy zawierającej 21,5 mln ton miedzi i 65 tys. ton srebra (Szuflicki i in. 2022). Oznacza to, że polskie zasoby miedzi i srebra (łącznie zasoby geologiczne i przemysłowe) stanowią odpowiednio około 2,5 i 12,3% zasobów światowych (Flanegan 2022; Anderson 2022). Przy rocznym wydobyciu na poziomie 30 mln ton rudy (443 tys. ton miedzi i 1,52 tys. ton srebra), najlepiej rozpoznane krajowe zasoby rud miedzi i srebra wystarczą na kolejne 50 lat. Oprócz miedzi i srebra krajowe złoża typu stratyfikowanego zawierają nikiel (111 tys. ton), kobalt (157 tys. ton), molibden (117 tys. ton), wanad (239 tys. ton), ren (560 ton), a także ołów (3 mln ton) i cynk (1,9 mln ton) (Szuflicki i in. 2022).

W niniejszej pracy, w oparciu o opracowanie Bieńko i in. (2023), dokonano oceny ekonomicznej polskich złóż miedzi i srebra, biorąc pod uwagę miedź, srebro oraz metale im towarzyszące – nikiel, cynk i ołów. Porównano złoża zagospodarowane z obszarami nieeksploatowanymi o udokumentowanych zasobach w celu oceny wartości aktualnie rozpoznanej krajowej bazy zasobowej. Zobrazowano, jaki wpływ na wartość złoża może mieć podwyższenie kategorii rozpoznania geologicznego.

Stopień rozpoznania polskich złóż rud miedzi i srebra

Polskie złoża rud miedzi i srebra udokumentowane są w kategoriach od D do A, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny z wyłączeniem złóż węglowodorów (Dz.U. poz. 987). Złoża zagospodarowane – Rudna, Sieroszowice, Polkowice, Lubin-Małomice, Głogów Głęboki Przemysłowy, i Radwanice-Gaworzyce – posiadają zasoby geologiczne w kategoriach od A do C_2 oraz zasoby przemysłowe. Złoża przylegające do aktywnych kopalni – Bytom Odrzański, Głogów i Retków – posiadają, w zależności od gęstości siatki otworów rozpoznawczych, zasoby udokumentowane w kategoriach C_1 i C_2, natomiast nowo odkryte złoża Północnego Pasa Miedziowego oraz Perykliny Żar udokumentowane zostały dotychczas w kategoriach C_2 lub C_2+D. Z oczywistych względów złoża miedzi i srebra należące do funkcjonującego od ponad 60 lat Nowego Zagłębia Miedziowego są spośród badanych złóż rozpoznane najdokładniej (Tab. 1).

Metodologia

Jednostkowe wartości rudy w analizowanych złożach przedstawione są w dolarach amerykańskich na tonę (USD/tonę). W ten sposób można określić udział poszczegól-

Tabela 1. Stopień rozpoznania polskich złóż rud miedzi i srebra według JORC Code oraz kategoryzacji zgodnej z prawem geologicznym i górniczym (porównanie za Nieć i Sobczyk 2017). Rozpoznanie złoża w kategorii C_1 umożliwia sporządzenie projektu zagospodarowania złoża

	Nazwa złoża	Kategoria rozpoznania (JORC Code/kryteria polskie)					
		zasoby geologiczne (Identified resources) wzrastająca pewność szacowania zasobów →					ore reserves
		Inferred		Indicated	Measured		Economic reserves (zasoby przemysłowe)
		D	C2	C1	B	A	
Undeveloped deposits	Nowa Sól						
	Sulmierzyce Północ						
	Mozów						
	Żary						
	Retków						
	Bytom Odrzański						
	Głogów						
Mined deposits	Rudna						
	Sieroszowice						
	Polkowice						
	Lubin-Małomice						
	GGP[1]						
	Radwanice-Gaworzyce						
	Sieroszowice-Lubin (stan na rok 1959)[2]						

[1] GGP: Głogów Głęboki Przemysłowy.
[2] Złoże Sieroszowice-Lubin (stan na rok 1959) zaprezentowano w tabeli w celach porównawczych.

nych metali – miedzi, srebra, ołowiu, cynku oraz niklu – w wartości jednej, uśrednionej dla całego złoża, tonie rudy. Kalkulacja oparta jest na danych udostępnianych corocznie przez PIG-PIB w *Bilansie zasobów złóż kopalin w Polsce*, w tym przypadku zgodnie ze stanem na 31 grudnia 2021 roku (Szuflicki i in. 2022). Jednostkową wartość tony rudy otrzymuje się poprzez podzielenie zasobów metali (podane w tys. ton) przez zasoby rudy (podane w mln ton). W ten sposób otrzymuje się średnią zawartość wybranego metalu w tonie rudy dla danego złoża. W przypadku złoża Nowa Sól, którego zasoby wynoszą

848 mln ton rudy o łącznej zawartości srebra wynoszącej 36,6 tys. ton, w uśrednionej tonie rudy zawarte jest 0,043 kg srebra. Następnie, znając cenę srebra, wylicza się jednostkową wartość tony rudy, przemnażając zawartość metalu w uśrednionej tonie rudy przez jego cenę w wybranym okresie. Na przykład, w grudniu 2022 roku cena 1 uncji srebra wynosiła 23,33 USD. Zatem jednostkowa wartość srebra w tonie rudy ze złoża Nowa Sól wynosiła w tym czasie około 32,3 USD.

Jednostkowa wartość tony rudy może różnić się w zależności od metali, które zostały wybrane do wyliczeń. W przypadku niniejszej pracy wartość ta jest sumą wartości miedzi, srebra, niklu, ołowiu i cynku w rudzie. W przypadku niektórych złóż, szczególnie z Północnego Pasa Miedziowego, możliwe jest włączenie do obliczeń również pozostałych metali towarzyszących – kobaltu, molibdenu, wanadu i renu. Aktualne i archiwalne dane dotyczące cen metali wykorzystane w tej i poprzedniej pracy (Bieńko i in. 2023) pochodzą ze strony internetowej Banku Światowego (*The World Bank Commodity Price Data*).

Na podstawie przedstawionej wyżej metody możliwe jest porównywanie między sobą nie tylko złóż miedzi tego samego typu, ale również złóż miedzi o odmiennej charakterystyce (np. stratyfikowanych złóż miedzi ze złożami porfirowymi). Ma to szczególne znaczenie w procesie inwestycyjnym, gdzie na etapie decyzji o finansowaniu projektu, istotne znaczenie może mieć porównanie nowego projektu z inwestycjami już zrealizowanymi (bądź będącymi na bardziej zaawansowanym etapie realizacji). W przeszłości do oceny wartości polskich złóż rud miedzi i srebra z powodzeniem stosowano dynamiczny model cenowy (np. Zieliński i in. 2019). Pozwalał on na porównanie między sobą nowo odkrytych złóż Północnego Pasa Miedziowego ze złożami Nowego Zagłębia Miedziowego. Co więcej, model umożliwiał śledzenie zmian wartości złóż w czasie, na podstawie archiwalnych danych dotyczących cen metali. W przeciwieństwie do metodologii przedstawionej w niniejszym artykule, model dynamiczny nie pozwalał na analizę porównawczą złóż różnego typu, ponieważ bazował na zasobności metali. Wartość ta, przedstawiona w kg/m^2 jest stosowana wyłącznie dla złóż stratyfikowanych i wynika z ich formy wykształcenia. Opisana została ona szczegółowo w pracach zespołu prof. Stanisława Speczika (np. Speczik i in. 2020, 2021).

Wyniki

Złoża Północnego Pasa Miedziowego zostały odkryte i udokumentowane w latach 2011–2022. W efekcie, krajowa baza zasobowa powiększyła się o 1,4 mld ton rudy zawierającej 20,3 mln ton miedzi i prawie 50 tys. ton srebra w kategoriach C_2 i D. Nowe złoża udokumentowano w głębokich partiach monokliny przedsudeckiej, w oparciu o tzw. kryteria inwestorskie (Speczik i in. 2020). Udokumentowanie nowych, bogatych złóż w obszarach wcześniej nierozpoznanych, stało się pretekstem do przeprowadzenia anali-

zy, mającej na celu porównanie wartości złóż Północnego Pasa Miedziowego ze złożami znanymi od lat. W analizie dla złóż eksploatowanych brane są pod uwagę zasoby przemysłowe, czyli najlepiej rozpoznana, przeznaczona do ekonomicznego wydobycia część złóż. Z kolei w przypadku złóż Północnego Pasa Miedziowego, jak również złóż przylegających do aktywnych kopalń, do obliczeń wykorzystano zasoby geologiczne.

Według cen metali na grudzień 2022 roku, jednostkowa wartość tony rudy dla złóż Północnego Pasa Miedziowego waha się w zakresie od 143,02 USD/tonę (złoże Nowa Sól) do 210,81 USD/tonę (złoże Sulmierzyce Północ). Średnia wartość wynosi 178,34 USD/tonę. Dominującym metalem w badanych złożach jest miedź, której udział w jednostkowej wartości tony rudy wynosi od 73% (złoże Nowa Sól) do 88% (złoże Mozów). W przypadku srebra udział jest niższy – od 9% (złoże Sulmierzyce Północ) do 23% (złoże Nowa Sól). Pozostałe metale uwzględnione w wyliczeniach stanowią od 1% (złoże Mozów) do 11% (złoże Sulmierzyce Północ) jednostkowej wartości tony rudy (Tab. 2).

Tabela 2. Jednostkowa wartość polskich złóż rud miedzi i srebra. Pozostałe metale – nikiel, ołów i cynk

	Nazwa złoża	Jednostkowa wartość tony rudy [USD/tonę]				Udział metali [%]		
		miedź	srebro	pozostałe	suma	miedź	srebro	pozostałe
Złoża niezagospodarowane	Nowa Sól	104,46	32,18	6,38	143,02	73	23	4
	Sulmierzyce Północ	170,28	19,28	21,25	210,81	81	9	10
	Mozów	160,28	19,20	1,70	181,18	88	11	1
	Żary	139,36	56,72	6,47	202,55	69	28	3
	Retków	123,72	34,04	6,22	163,98	75	21	4
	Bytom Odrzański	161,57	28,83	1,36	191,76	84	15	1
	Głogów	144,55	52,94	8,68	206,17	70	26	4
Złoża zagospodarowane	Rudna	136,64	33,50	–	170,13	80	20	n.i.
	Sieroszowice	235,03	50,04	–	285,07	82	18	n.i.
	Polkowice	193,56	33,72	–	227,28	85	15	n.i.
	Lubin-Małomice	104,76	39,82	–	144,58	72	28	n.i.
	Głogów Deep	205,73	64,77	–	270,50	76	24	n.i.
	Radwanice-Gaworzyce	218,16	36,28	–	254,44	86	14	n.i.

n.i. – brak informacji.

Ocena ekonomiczna złóż Północnego Pasa Miedziowego – porównanie z polskimi złożami

Polskie złoża rud miedzi i srebra wykazują bardzo duży zakres jednostkowej wartości tony rudy – od 143,02 do 285,07 USD/tonę (Fig. 2). Bardzo wyraźny jest trend wzrastającej wartości złoża wraz ze stopniem jego rozpoznania. Najwyższe wartości mają złoża rozpoznane w kategoriach wyższych niż C_1. W porównaniu ze złożami zagospodarowanymi (Tab. 2) złoża Północnego Pasa Miedziowego cechują się niższymi wartościami – średnio odpowiednio 225,33 178,34 USD/tonę. W tym momencie najbogatszymi złożami w Polsce są Sieroszowice i Głogów Głęboki Przemysłowy (Tab. 2). Co ciekawe, największe zagospodarowane złoże na monoklinie przedsudeckiej – Rudna – ma jednostkową wartość tony rudy wynoszącą 170,13 USD/tonę, a więc poniżej średniej dla Północnego Pasa Miedziowego. W porównaniu z niezagospodarowanymi złożami graniczącymi z Nowym Zagłębiem Miedziowym (Bytom Odrzański, Głogów i Retków), złoża Północnego Pasa

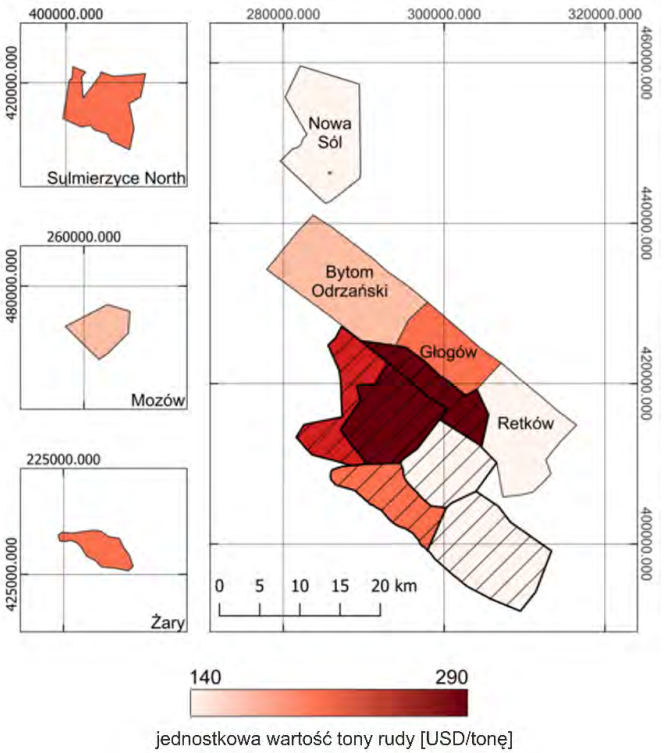


Fig. 2. Jednostkowe wartości tony rudy polskich złóż rud miedzi i srebra. Zakreskowano złoża zagospodarowane

Miedziowego mają nieznacznie niższą wartość jednostkową, mimo rozpoznania w kategorii C_2 i D – odpowiednio 183,30 i 178,34 USD/tonę.

Duże różnice wartości poszczególnych złóż mogą prowokować pytania dotyczące opłacalności przyszłej eksploatacji złóż Północnego Pasa Miedziowego oraz złóż zlokalizowanych na północ od Nowego Zagłębia Miedziowego, w głębokich partiach monokliny przedsudeckiej. Aby odpowiedzieć na to pytanie, należy prześledzić historię rozpoznania i dokumentowania złoża Sieroszowice-Lubin (Oszczepalski 2017). W pierwszej dokumentacji geologicznej tego złoża oszacowano zasoby w kategorii C_2 na podstawie 23 otworów, z których 6 było albo pozabilansowych albo negatywnych. Obliczone zasoby wynosiły 1,3 mld ton rudy zawierającej 16,5 mln ton miedzi i 36 tys. ton srebra. Według cen na koniec grudnia 2022 roku jednostkowa wartość tony rudy złoża Lubin-Sieroszowice wyniosłaby 138,38 USD/tonę, 5 USD/tonę mniej niż w przypadku złoża Nowa Sól. W latach 60. XX wieku złoże Sieroszowice-Lubin było obiektem intensywnego rozpoznania geologicznego. W efekcie udokumentowano trzy złoża – Lubin, Polkowice i Sieroszowice. W stosunku do pierwszej dokumentacji geologicznej zasoby miedzi i srebra wzrosły odpowiednio o 15 i 100%, co spowodowało średni wzrost jednostkowej wartości rudy (wg cen z grudnia 2022 roku) z 138,38 do ponad 270 USD/tonę (Tab. 3). Dokładniejsze rozpoznanie spowodowało odkrycie stref wzbogaconych w srebro, jak również wyznaczenie wcześniej nieznanych pól o bardzo bogatej mineralizacji miedziowej. Udowodniono tym samym, że polskie złoża miedzi i srebra typu stratyfikowanego charakteryzują się dużą regularnością. Złoża Północnego Pasa Miedziowego zostały rozpoznane wstępnie.

Tabela 3. Jednostkowe wartości tony rudy polskich złóż rud miedzi i srebra – perspektywa historyczna

Nazwa złoża (rok dokumentacji)	Kategoria rozpoznania	Powierzchnia [km^2]	Liczba otworów	Jednostkowa wartość [USD/tonę]
Sieroszowice-Lubin (1959)	C_2	170,0	23	138,48
Lubin (1959)	C_1+C_2	55,9	30	280,84
Polkowice (1961)	C_1+C_2	58,8	41	250,79
Sieroszowice (1962)	C_1	53,9	41	288,91
Nowa Sól (2019)	C_2	119,0	18	143,02
Sulmierzyce Północ (2020)	C_2+D	61,1	8	210,81
Mozów (2020)	C_2	31,5	6	181,18
Sulmierzyce Północ (2020)[1]	C_2	28,6	4	244,98

[1] Część złoża Sulmierzyce Północ udokumentowano w kategorii C_2.

Zastosowana strategia poszukiwań od początku zakładała dokumentowanie rudy najlepszej jakości w celu zniwelowania dużej głębokości występowania mineralizacji za pomocą wysokich zasobności metali. Można przypuszczać, że dalsze rozpoznanie złóż Północnego Pasa Miedziowego znacząco podwyższy średnie jednostkowe wartości rudy, podobnie jak było w przypadku Nowego Zagłębia Miedziowego, tzn. złoża Sieroszowice-Lubin (Tab. 3).

Pod względem udziału poszczególnych metali w jednostkowej wartości tony rudy złoża Północnego Pasa Miedziowego wykazują duże zróżnicowanie. W złożu Nowa Sól

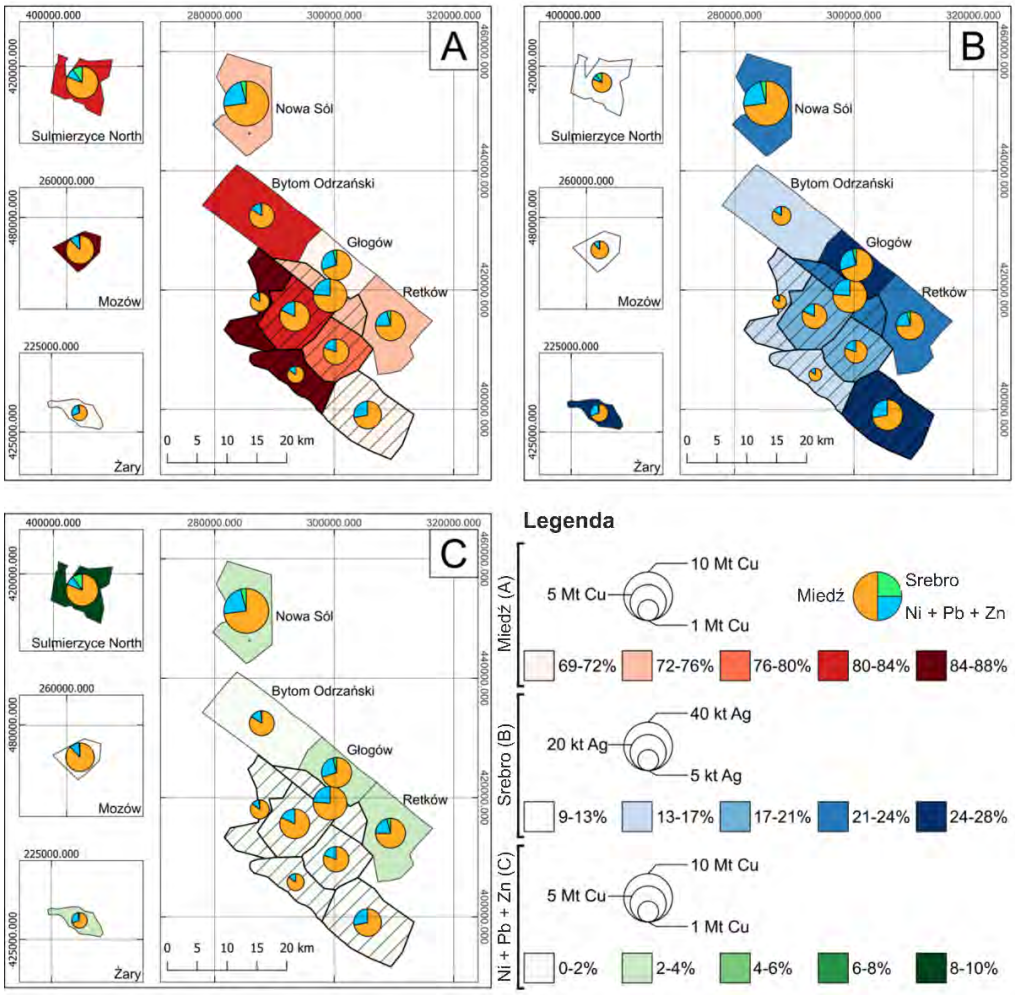


Fig. 3. Jednostkowe wartości rudy w polskich złożach rud miedzi i srebra
A – miedź (Cu), B – srebro (Ag), C – pozostałe metale. Na wykresach kołowych zaprezentowano udział poszczególnych metali w jednostkowej wartości rudy. Zakreskowano złoża zagospodarowane. Mt – mln ton

procentowy wpływ metali na wartość tony rudy najbardziej przypomina złoże Głogów Głęboki Przemysłowy z Nowego Zagłębia Miedziowego oraz niezagospodarowane złoże Retków. Z kolei złoże Mozów, w którym udział miedzi jest bardzo wysoki (powyżej 80%), można porównać pod względem udziału metali do złóż południowej części Nowego Zagłębia Miedziowego – Radwanic-Gaworzyc i Polkowic. Złoże Sulmierzyce Północ charakteryzuje się udziałem metali odmiennym od większości badanych złóż ze względu na bardzo duży udział metali towarzyszących w jednostkowej wartości tony rudy przy bardzo niskim udziale srebra wynoszącym 9%.

Udział miedzi i srebra w jednostkowej wartości rudy można korelować ze strefowością geochemiczną na monoklinie przedsudeckiej (np. Oszczepalski i Rydzewski 1997; Oszczepalski 1999; Oszczepalski i Chemielewski 2015). Złoża położone w pobliżu granicy bloku przedsudeckiego (np. Polkowice) oraz w bezpośrednim kontakcie z obszarami utlenionymi (np. Radwanice-Gaworzyce, Mozów, Bytom Odrzański) charakteryzują się podwyższonym udziałem miedzi przy stosunkowo niskim udziale srebra (Fig. 3). Wraz z oddalaniem się od strefy utlenionej udział srebra w jednostkowej wartości tony rudy wzrasta (Bytom Odrzański-Rudna-Głogów; Fig. 3). Do złóż wzbogaconych w srebro należy Nowa Sól. Co ciekawe, podobną prawidłowość trudno zaobserwować w przypadku udziału cynku i ołowiu w badanych złożach. Jest tak dlatego, ponieważ w praktyce dokumentowania strefy ołowiowa i cynkowa z reguły stanowią dystalne części złóż lub wręcz znajdują się poza ich granicami. W przypadku złóż Nowa Sól i Sulmierzyce Północ bardzo wysoki udział cynku i ołowiu wynika z faktu, że metale te współwystępują ze srebrem i miedzią, tworząc strefy w złożach polimetalicznych. Podobny wysoki udział metali towarzyszących obserwowany jest w złożu Lubin-Małomice, w którego wschodniej części wyznaczono strefę ołowiową (Oszczepalski i in. 2019). Udział niklu w omawianych złożach jest mniej regularny i w większym stopniu zależy od miąższości łupka miedzionośnego niż od strefowości geochemicznej. Złoże Sulmierzyce Północ cechuje anomalnie wysoki udział metali towarzyszących głównie ze względu na bardzo dużą miąższość łupka miedzionośnego, w którym koncentrują się nie tylko miedź, srebro, ołów i cynk, ale również nikiel (Speczik i in. 2021; Pietrzela i Bieńko 2023).

Podsumowanie

Zaprezentowana metoda określania wartości złóż umożliwia porównawczą analizę ekonomiczną polskich złóż rud miedzi i srebra. Pozwala ona na ocenę ekonomiczną nowych złóż rud miedzi w Polsce, jak również na jakościowe porównanie udziału poszczególnych metali w złożach zlokalizowanych w różnych częściach monokliny przedsudeckiej. Złoża Północnego Pasa Miedziowego na obecnym etapie rozpoznania mają wartość porównywalną do nieco lepiej rozpoznanych złóż otaczających Nowe Zagłębie Miedziowe.

Zakłada się, że kolejne etapy wierceń na złożach Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów znacząco podwyższą ich wartości, podobnie jak było w przypadku złoża Sieroszowice-Lubin, odkrytego w 1959 roku, a dziś stanowiącego największy okręg wydobycia miedzi i srebra w Europie.

Autor pragnie serdecznie podziękować prof. Stanisławowi Speczikowi za możliwość realizacji rozprawy doktorskiej w oparciu o dane uzyskane podczas prac dokumentacyjnych na złożach Północnego Pasa Miedziowego.

Literatura

Anderson C.S. 2022. U.S. Mineral Commodity Summaries – Silver. USGS, January 2022.

Bieńko T., Wierchowiec J., Speczik S. 2023. Economic assessment of the Northern Copper Belt deposits – future resource base of copper and silver ores in SW Poland. Geological Quarterly (w druku).

Flanegan D.M. 2022. U.S. Mineral Commodity Summaries – Copper. USGS, January 2022.

Gulley A.L., McCullough E.A., Shedd K.B. 2016. China's domestic and foreign influence in the global cobalt supply chain. Resources Policy 62, 317–323.

Komisja Europejska 2023. Study on Critical Raw Materials for the EU, 2023 – Final Report. European Union, Brussels. 160 s.

Lewicka E., Guzik K., Galos K. 2021. On the possibilities of critical raw materials production from the EU's primary sources. Resources 10(5), 21 s.

Mudd G.M. 2010. Global trends and environmental issues in nickel mining: sulfides versus laterites. Ore Geology Reviews 38, 9–26.

Nieć M., Sobczyk E.J. 2017. Harmonization of Polish system of mineral resources reporting with JORC Code. Górnictwo Odkrywkowe 4, 38–41.

Oszczepalski S. 1999. Origin of the Kupferschiefer polymetallic mineralization in Poland. Mineralium Deposita 34, 599-613.

Oszczepalski S. 2017. The 60th anniversary of the discovery of the Lubin-Sieroszowice copper ore deposit – new perspective (in Polish with English summary). Przegląd Geologiczny 65, 312–320.

Oszczepalski S., Chmielewski A. 2015. Predicted metallic resources in Poland presented on the prospective maps at scale 1: 200 000 – copper, silver, gold, platinum and palladium in the Kupferschiefer ore series. Przegląd Geologiczny 63, 534–545.

Oszczepalski S., Rydzewski A. 1997. Metallogenic atlas of the Zechstein copper-bearing series in Poland; Polish Geological Institute, 32 p., 16 oversize plates.

Oszczepalski S., Speczik S., Zieliński K., Chmielewski A. 2019. The Kupferschiefer deposits and prospects in SW Poland: past, present and future. Minerals 9(592), 1–42.

Pietrzela A., Bieńko T. 2023. Comparison of main and accompanying metals distribution patterns in newly documented deposits of the Northern Copper Belt in Poland. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis.

Speczik S., Bieńko T., Pietrzela A., Zieliński K. 2020. Documenting deep copper and silver deposits – investor's criteria (in Polish with English summary). Górnictwo Odkrywkowe 61, 43–54.

Speczik S., Zieliński K., Bieńko T., Pietrzela A. 2021. The prospecting strategy for a deep Cu-Ag ore deposits in Poland – an anatomy of success. Ore Geology Reviews 131, 1–12.

Szuflicki M., Malon A., Tymiński M. 2022. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2021 r. PIG-PIB, Warszawa. 508 s.

Zieliński K., Bieńko T., Wierchowiec J. 2019. A dynamic model for polymetallic Zechstein mineralization based on the Milicz area of SW Poland. 15th Biennial Meeting of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits 27–30 August 2019 "Life with Ore Deposits on Earth", Glasgow, 1443–1446.

Znaczenie surowców miedzi w polskiej gospodarce

Krzysztof Galos[1], Ewa Lewicka[1]

[1] Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Wprowadzenie

Historia pozyskiwania i użytkowania miedzi na ziemiach polskich sięga średniowiecza. W Miedziance koło Jeleniej Góry polimetaliczne złoże żyłowe było eksploatowane z przerwami od XIII wieku do 1930 roku. Na mniejszą skalę złoża z mineralizacją miedziową eksploatowano na Dolnym Śląsku także m.in. w Starej Górze, Chełmcu, Złotoryi i Ludwikowie. W Miedziance i Miedzianej Górze koło Kielc wydobycie rud miedzi prowadzono z przerwami od XV wieku do początków XX wieku. Wreszcie w Tatrach podejmowano próby eksploatacji żył z mineralizacją miedziową między wiekiem XV a XVIII (Bolewski 1992; Banaś 1983).

Od XVI w. przedmiotem eksploatacji były ubogie, lecz zalegające na dużej powierzchni cechsztyńskie margle miedzionośne w niecce północnosudeckiej (Nieć 1997). W latach 1935–1941 założono kopalnie koło Złotoryi (kopalnia Lena) oraz Bolesławca (kopalnie Upadowa, Grodziec i Konrad). Po II wojnie światowej zatopione kopalnie ponownie uruchomiono i rozbudowano, otwarto też nowe: Nowy Kościół i Lubichów, tworząc okręg eksploatacji rud miedzi określany obecnie terminem Stare Zagłębie Miedziowe. Prowadzono też dalsze rozpoznanie złóż niecki północnosudeckiej (lata 1951–1958 i 1970–1984). Odkrycie w drugiej połowie lat pięćdziesiątych XX w. ogromnych złóż rud miedzi i srebra na monoklinie przedsudeckiej przyczyniło się do stopniowego zamykania niedużych i eksploatujących dość ubogie złoża kopalń w niecce północnosudeckiej: Nowy Kościół w 1968 r., Lena w 1974 r., Lubichów w 1976 r., Konrad w 1990 r. Łączna produkcja koncentratów rud miedzi w kopalniach niecki północnosudeckiej nigdy nie przekroczyła 10 tys. t Cu/r. (Bolewski 1992).

Koncentraty rud miedzi z kopalń z niecki północnosudeckiej były przetapiane w uruchomionej w 1952 r. Hucie Miedzi Legnica o zdolności produkcyjnej 12 tys. t/r. Miało to

na celu zapewnienie choćby stosunkowo skromnych ilości miedzi rafinowanej ze źródeł krajowych dla szybko rozwijającego się przemysłu. W mniejszych ilościach miedź rafinowaną produkowano także w niektórych zakładach metalurgicznych na Górnym Śląsku (np. huta Szopienice). Tym niemniej w 1960 r. łączna krajowa produkcja miedzi rafinowanej, która wyniosła 21,7 tys. t, zaspokajała krajowe zapotrzebowanie na ten surowiec tylko w połowie (Bilans zasobów…). Zasadnicza zmiana nastąpiła po odkryciu złóż rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej oraz budowie zintegrowanego kombinatu, którego głównym końcowym produktem była miedź rafinowana. Odkrycie tych złóż i ich intensywna eksploatacja pozwoliło na zaspokojenie krajowych potrzeb, zarazem awansując Polskę do grona największych producentów miedzi na świecie, jak również kluczowych dostawców innych metali pozyskiwanych w toku jej przetwarzania (srebro, ren).

Rozwój produkcji surowców miedzi w Kombinacie Górniczo-Hutniczym Miedzi (KGHM)

Prace poszukiwawcze za rudami miedzi w utworach cechsztyńskich monokliny przedsudeckiej podjęto w połowie lat pięćdziesiątych XX wieku. Po odkryciu w 1957 r. tej mineralizacji, w kolejnych latach prowadzono intensywne prace poszukiwawczo-rozpoznawcze, które zaowocowały udokumentowaniem w latach 60. pierwszych złóż rud miedzi w tym rejonie (Lubin, Polkowice, Sieroszowice, Rudna). W konsekwencji podjęto decyzje o utworzeniu w 1961 r. państwowego Kombinatu Górniczo-Hutniczego Miedzi (KGHM)[1], zagospodarowaniu udokumentowanych złóż do głębokości 1000–1200 m oraz budowie głębokich kopalń i przyległych zakładów wzbogacania rud. Zakłady te były uruchamiane kolejno: Lubin i Polkowice w 1968 r., Rudna w 1974 r., Sieroszowice w 1980 r. W połowie lat 90. nastąpiło połączenie kopalń Polkowice i Sieroszowice w jeden zakład górniczy Polkowice-Sieroszowice (Piestrzyński 2007). Poszczególne zakłady górnicze zaczęły także udostępniać i eksploatować – oprócz czterech zagospodarowanych złóż – także złoża przyległe, w szczególności położone na większej głębokości złoże Głogów Głęboki Przemysłowy. Obecne zdolności wydobywcze ZG Lubin oceniane są na około 7,5 mln t rudy/r., ZG Rudna – około 12 mln t rudy/r., ZG Polkowice-Sieroszowice także około 12 mln t rudy/r.

W ślad za inwestycjami górniczymi poszły inwestycje w pionie hutniczym KGHM, gdyż od samego początku celem powołania kombinatu było stworzenie zintegrowanego ciągu technologicznego produkcji miedzi, od rudy po miedź rafinowaną (Piestrzyński 2007). W pierwszej kolejności rozbudowano istniejącą Hutę Miedzi Legnica. Huta ta prze-

[1] W 1991 r. przekształcony w KGHM Polska Miedź SA, od 1997 r. notowany na giełdach w Warszawie i Londynie, przy czym Skarb Państwa nadal posiada niemal 32% akcji spółki

chodziła kilka etapów rozbudowy i modernizacji z wykorzystaniem technologii pieca szybowego. W latach 60. jej zdolności produkcyjne wynosiły około 60 tys. t/r., w kolejnych trzech dekadach zwiększyły się do 100-110 tys. t/r., wreszcie po oddaniu do użytkowania nowego pieca do przetopu złomu w 2019 r. wzrosły one do 160 tys. t/r. Budowę drugiej, większej Huty Miedzi Głogów rozpoczęto w 1967 r. W 1974 r. oddano do użytku pierwszą jej część – HM Głogów I – o zdolności produkcyjnej 160 tys. t/r., bazującą na technologii pieca szybowego, a w 1978 r. drugą część – HM Głogów II – o zdolności produkcyjnej 150 tys. t/r., z wykorzystaniem technologii pieca zawiesinowego (Piestrzyński 2007). W 2016 r. w miejsce dotychczasowego pieca szybowego w HM Głogów I uruchomiono drugi piec zawiesinowy, dzięki czemu zdolności produkcyjne tej huty zwiększyły się o około 90 tys. t/r. W każdej z hut, poza etapem przetopu koncentratów rud miedzi (w różnych piecach czy układach pieców), prowadzony jest proces wstępnej rafinacji w piecach anodowych, a następnie proces produkcji miedzi katodowej (elektrolitycznej, rafinowanej z 99,99% Cu) w wannach elektrolitycznych, z ubocznym pozyskiwaniem srebronośnych szlamów anodowych.

Wydobycie rud miedzi (i srebra) w Polsce dzięki budowie kopalń KGHM na monoklinie przedsudeckiej szybko rosło: z 1,2 mln t rudy w 1960 r. do 6,2 mln t w 1970 r., 22,2 mln t w 1980 r. oraz do ówcześnie rekordowych 26,6 mln t w 1989 r. Po chwilowym spadku wydobycia na początku lat 90., w kolejnych latach jego poziom zwiększył się do ponad

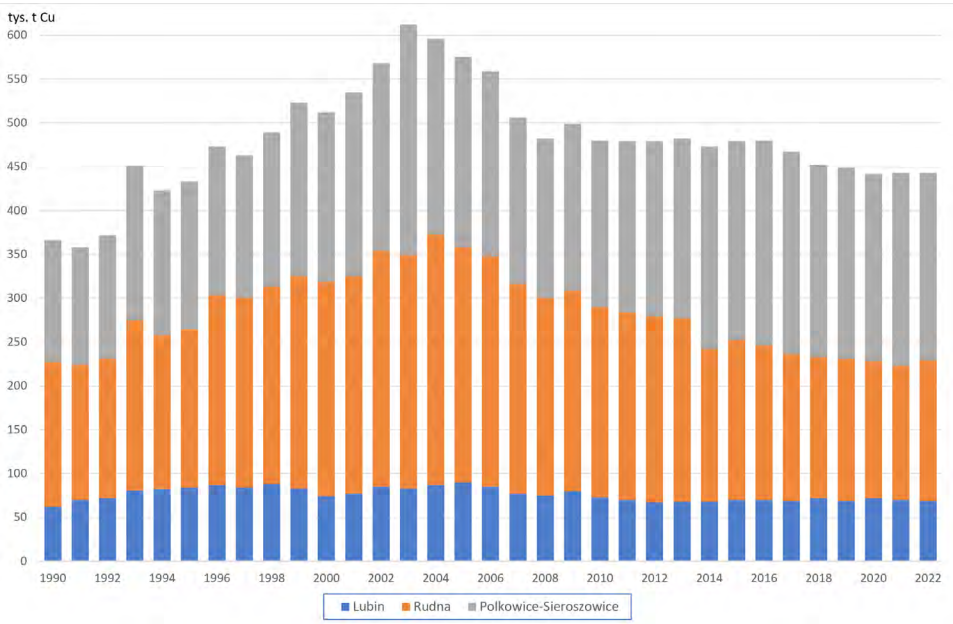


Fig. 1. Wydobycie rud Cu-Ag w kopalniach KGHM Polska Miedź SA
(Bilans gospodarki 2015; Bilans zasobów…)

30 mln t rudy w 2004 r., a w kolejnych kilkunastu latach utrzymywał się w przedziale 29–32 mln t rudy/r. Biorąc jednak pod uwagę zawartość miedzi w urobku należy zauważyć, że najwyższy poziom wydobycie osiągnęło w 2003 r. (612 tys. t Cu, Fig. 1), natomiast w kolejnych latach systematycznie malało, stabilizując się w kilku ostatnich latach na poziomie niespełna 450 tys. t Cu rocznie (Bilans zasobów…). Jest to spowodowane wyraźnym spadkiem średniej zawartości miedzi w rudzie: z poziomu ponad 1,9% Cu dwadzieścia lat temu do niespełna 1,5% Cu obecnie. Udział ZG Lubin (eksploatuje złoże Lubin-Małomice) w łącznym wydobyciu utrzymuje się na poziomie kilkunastu procent, natomiast udziały ZG Rudna i ZG Polkowice-Sieroszowice wahają się w przedziale 40––45% w przypadku każdej z nich (Bilans gospodarki 2015). ZG Rudna obecnie eksploatuje wciąż złoże Rudna oraz w coraz większym stopniu złoże Głogów Głęboki Przemysłowy, natomiast ZG Polkowice-Sieroszowice – głównie złoże Sieroszowice, a także na mniejszą skalę złoża Polkowice i Radwanice-Gaworzyce.

Produkcja koncentratów rud Cu-Ag prowadzona jest od 1990 r. wyłącznie w trzech zakładach przeróbczych KGHM na monoklinie przedsudeckiej: Lubin, Rudna i Polkowice-Sieroszowice. Dzięki ich uruchomieniu produkcja koncentratów rud Cu w Polsce zwiększyła się z zaledwie 8 tys. t Cu w 1960 r. do 85 tys. t Cu w 1970 r. oraz 344 tys. t Cu w 1980 r. (Bilans zasobów…). Kolejne lata przyniosły stabilizację na poziomie około 350 tys. t Cu/r., po czym w latach 90. nastąpił jej dynamiczny wzrost, aż do rekordowych

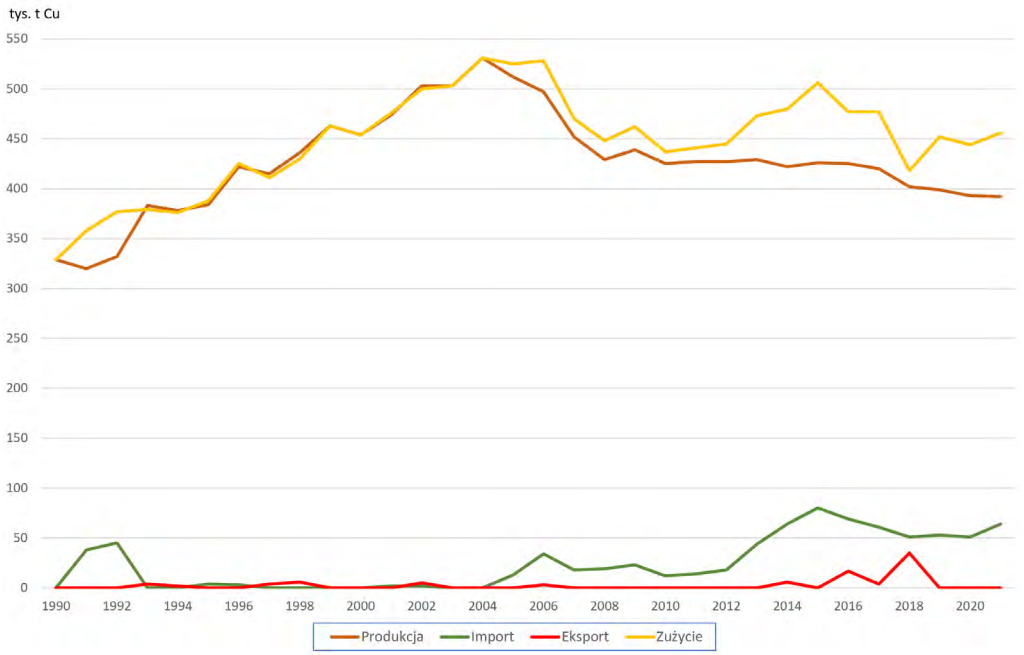


Fig. 2. Gospodarka koncentratami rud Cu w Polsce (Baza danych…)

531 tys. t Cu w 2004 r. (Bilans gospodarki 2015). Następne kilkanaście lat przyniosło systematyczny spadek produkcji (spowodowany malejącą zawartością miedzi w nadawie) do niespełna 400 tys. t Cu/r. ostatnio (Fig. 2). Równocześnie od 2005 r. zaznacza się trwałe zjawisko uzupełniającego importu koncentratów rud Cu, który w ostatnich latach przekraczał 50 tys. t Cu/r., stanowiąc momentami nawet 15% łącznego zużycia koncentratów w hutach Legnica i Głogów (Gospodarka surowcami… 2022).

Produkcja miedzi rafinowanej w Polsce od lat 70. była prowadzona głównie, a od lat 90. wyłącznie w dwóch hutach KGHM: Legnica i Głogów. Łączna jej wielkość, podobnie jak w przypadku produkcji koncentratów rud Cu, zwiększyła się z 22 tys. t w 1960 r. do 72 tys. t w 1970 r. i 357 tys. t w 1980 r. Kolejne lata przyniosły jej stabilizację na poziomie około 350 tys. t/r. W latach 90. nastąpił jej szybki wzrost, aż do rekordowych 560 tys. t w 2005 r. (Fig. 3). W ostatnich kilkunastu latach produkcja ta zasadniczo mieściła się w przedziale 530–580 tys. t/r., przy okresowych spadkach do 500 tys. t/r. związanych z modernizacją hut i zmianami technologicznymi w ich obrębie (Gospodarka surowcami… 2022). Zwraca uwagę rosnący udział złomów miedziowych w łącznym wsadzie tych hut: z około 10% w 1990 r. do około 23% w 2021 r.

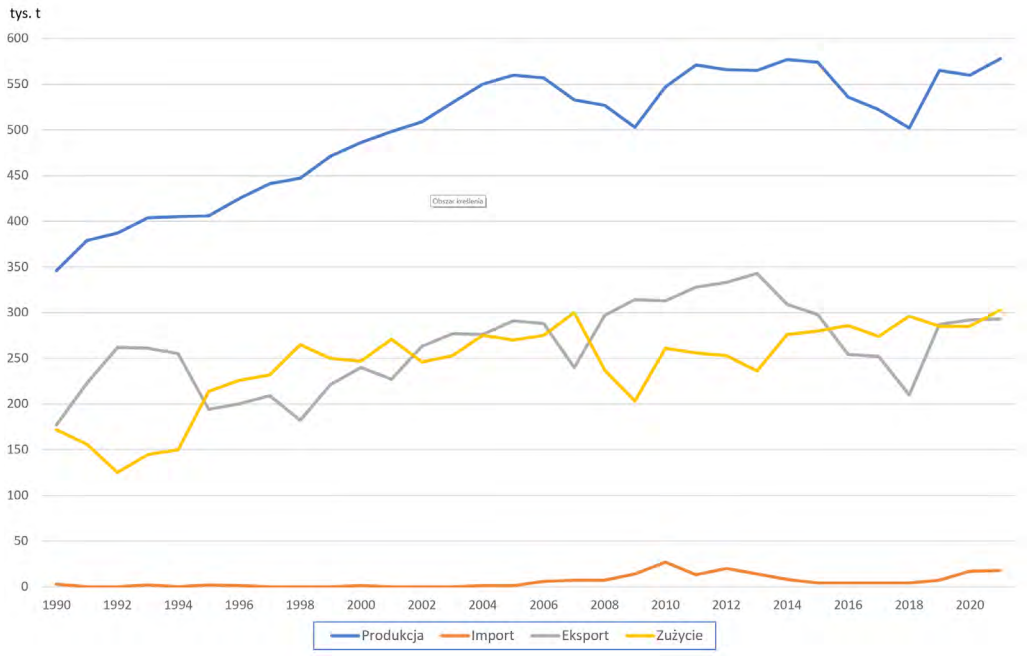


Fig. 3. Gospodarka miedzią rafinowaną w Polsce (Baza danych…)

Pozyskiwanie srebra i innych produktów ubocznych z eksploatowanych rud Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej

Złoża cechsztyńskie monokliny przedsudeckiej, zawierające głównie siarczkowe minerały miedzi, cechują się bardzo zróżnicowaną mineralizacją. Wśród pierwiastków użytecznych podstawowe znaczenie mają miedź i srebro, natomiast wśród pierwiastków towarzyszących wymienić należy w szczególności: złoto, platynowce, ołów, nikiel, kobalt, molibden, wanad, ren, selen, a także siarkę (Kijewski 1987; Banaś 1983). Ze względu na rodzaj mineralizacji oraz uwarunkowania technologiczno-ekonomiczne spośród szerokiej palety możliwych do pozyskania metali i innych surowców w początkowej fazie – do 1993 r. – Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM) koncentrował się na produkcji miedzi w pełnym cyklu od rudy do miedzi rafinowanej, natomiast odzyskiem metali towarzyszących zajmowały się inne podmioty.

Bez wątpienia drugim pod względem znaczenia gospodarczego metalem występującym w rudach złóż monokliny przedsudeckiej jest srebro. W procesie technologicznym koncentruje się ono w szlamach anodowych po rafinacji miedzi w hutach Głogów i Legnica. Do 1993 r. szlamy te wysyłano do Huty Metali Nieżelaznych Szopienice, gdzie produkowano tzw. metal Dore'a, który następnie kierowano do Zakładów Metalurgicznych Trzebinia, gdzie otrzymywano srebro rafinowane i selen. Z kolei niewielkie ilości złota do 1993 r. odzyskiwano w Zakładzie Doświadczalnym KGHM Polska Miedź SA w Legnicy, a także w Zakładach Metalurgicznych Trzebinia. Produkcja srebra rafinowanego nie przekraczała 900 t/r., złota – 200 kg/r., a selenu – 20 t/r. W 1993 r. doszło do istotnego przełomu: uruchomiono nowoczesny Wydział Metali Szlachetnych przy Hucie Miedzi Głogów. Zastosowane tu rozwiązania technologiczne pozwoliły na znaczny wzrost ilości odzyskiwanego srebra, złota oraz selenu. Produkcja srebra rafinowanego od początku XXI wieku kształtowała się na poziomie 1,2–1,4 tys. t/r., złota rafinowanego – w przedziale 700–1000 kg/r.[1], a selenu – 60–90 t/r. Dodatkowo w Wydziale Metali Szlachetnych przy Hucie Miedzi Głogów pozyskiwane jest do 100 kg/r. szlamu palladowo-platynowego (22–36% Pd i 12–22% Pt), z którego następnie w innych zakładach pozyskiwane są poszczególne platynowce w czystej postaci (Bilans gospodarki 2015).

Duże znaczenie gospodarcze, ale także środowiskowe ma także odzysk innych metali, takich jak ołów, będący pierwiastkiem niepożądanym w procesie technologicznym, stwarzającym równocześnie zagrożenie dla środowiska. Od 1979 r. był on otrzymywany w postaci ołowiu surowego z pyłów konwertorowych i szlamów z mokrego odpylania gazów szybowych w Wydziale Ołowiu Huty Miedzi Głogów. Wytwarzał on początkowo 10–15 tys. t/r., a po kolejnych fazach modernizacji w pierwszej dekadzie XXI wieku – 25–30 tys. t/r. ołowiu surowego. W 2007 r. w Hucie Miedzi Legnica uruchomiono Wydział

[1] W związku z wykorzystaniem istotnych ilości importowanych koncentratów rud miedzi o wyższej zawartości złota produkcja ta od 2015 r. jest kilkukrotnie wyższa: 2600–3700 kg/r.

Rafinacji Ołowiu, przetwarzający ołów surowy na ołów rafinowany, pozyskiwany w ilości 25–30 tys. t/r. (Bilans gospodarki 2015).

W latach 80. w eksperymentalnej instalacji w HM Głogów rozpoczęto nieregularny odzysk renu w formie nadrenianu amonu (do 130 kg/r.). W 2003 r. uruchomiono tam instalację odzysku nadrenianu amonu z kwaśnego roztworu płuczkowego w nowym Wydziale Hydrometalurgii HM Głogów (obecnie 8–11 t/r.). W 2010 r. w HM Legnica powstał nowoczesny zakład produkcji renu metalicznego (ostatnio produkcja 6–9 t/r., Bilans zasobów…; Gospodarka surowcami… 2022). Dzięki temu KGHM Polska Miedź SA stał się jedynym w Europie i jednym z nielicznych na świecie producentów surowców renu (Bilans gospodarki 2015; Gospodarka surowcami… 2022).

Mniejsze znaczenie gospodarcze ma prowadzony w KGHM odzysk innych surowców: przede wszystkim kwasu siarkowego z wytopu siarczkowych koncentratów Cu-Ag (ok. 600 tys. t/r.) oraz soli kamiennej w ZG Polkowice-Sieroszowice (200–500 tys. t/r.), jak również niklu w formie siarczanu niklu w procesie elektrolizy miedzi (w ostatnich latach 2–3 tys. t/r.) oraz niewielkich ilości arsenianu sodu (Bilans gospodarki 2015).

Obroty międzynarodowe i krajowy rynek miedzi rafinowanej

Polska należy do czołówki światowych eksporterów miedzi rafinowanej (elektrolitycznej) oraz jej półproduktów, wśród których największe znaczenie ma walcówka miedziana. Podstawowym produktem eksportowym jest miedź rafinowana (elektrolityczna), której eksport z Polski od 30 lat regularnie przekracza 200 tys. t/r., a w rekordowych latach 2009–2014 sięgał nawet ponad 300 tys. t/r. Do końca lat 90. kierowany był on głównie do Wielkiej Brytanii i Niemiec, natomiast w ostatnich 20 latach głównymi odbiorcami polskiej miedzi stały się: Chiny (udział w ostatnich 5 latach średnio 35%), Niemcy (30%), Włochy (14%) i Francja (11%). Wartość eksportu miedzi rafinowanej z Polski w ostatnich latach, w zależności od fluktuacji światowych cen miedzi, mieściła się w przedziale 5–10 mld zł/r. (Gospodarka surowcami… 2022).

Zapotrzebowanie na miedź rafinowaną w Polsce, które w roku 1960 wynosiło 42 tys. t, a w 1970 r. 57 tys. t, dzięki rozwojowi zarówno krajowego przemysłu miedziowego, jak i branży przetwórstwa metali nieżelaznych, bazującej w dużej mierze na krajowej miedzi, w latach 70. i 80. osiągnęło poziom 150–200 tys. t/r. (Bilans zasobów…). Od połowy lat 90. datuje się wyraźny wzrost krajowego zużycia miedzi rafinowanej, które w ostatniej dekadzie przekraczało 250 tys. t/r., a w ostatnich kilku latach wynosiło 295–312 tys. t/r. (Gospodarka surowcami… 2022).

Mnogość zastosowań miedzi wynika z jej unikatowych właściwości, tj. m.in. doskonałego przewodnictwa elektrycznego i cieplnego, odporności na korozję, plastyczności i właściwości antybakteryjnych. Miedź rafinowana jest praktycznie w całości przetwa-

rzana na różnego rodzaju półprodukty z miedzi i jej stopów dla przemysłu metalowego, maszynowego i transportu, głównie drut, ale także pręty i kształtowniki, rury oraz blachy i taśmy (Bilans gospodarki 2015).

Największe ilości miedzi elektrolitycznej (ostatnio nawet około 40% krajowej produkcji) wykorzystywane są w produkcji walcówki miedzianej w Hucie Miedzi Cedynia (oddział KGHM Polska Miedź SA), wytwarzającej oprócz walcówki także drut z miedzi beztlenowej OFE (*oxyfree*) i drut Cu-Ag, które są następnie wykorzystywane przez ponad 60 producentów kabli w kraju i zagranicą. Wielkość produkcji walcówki miedzianej w HM Cedynia w ostatnim czasie mieściła się w przedziale 225-265 tys. t/r., a wielkość jej eksportu – 130–155 tys. t/r. Jest ona eksportowana głównie na rynki europejskie, a wartość tego eksportu mieści się z reguły w przedziale 3–5 mld zł/r. Tak znaczny eksport półproduktu miedziowego – walcówki miedzianej – oznacza, iż realny poziom zużycia miedzi w Polsce to obecnie nie 270–300 tys. t/r., ale 140–160 tys. t/r. Na rynku krajowym walcówka miedziana jest przetwarzana na drut miedziany oraz kable i przewody miedziane, przez kilkanaście krajowych firm, w tym m.in.: Tele-Fonika Kable (Grupa TFKable) z zakładami w Myślenicach, Krakowie i Bydgoszczy, NKT w Warszowicach, Fabryka Kabli Elpar w Parczewie, Zakłady Kablowe Bitner w Krakowie, Eltrim Kable w Ruszkowie, Technokabel w Warszawie (Ocena obecnego… 2020).

Pozostała część krajowego zużycia miedzi (40–50 tys. t/r.) przeznaczana jest do produkcji innych wyrobów z miedzi (pręty, profile, krążki, rury, blachy, taśmy) oraz stopów miedzi (głównie mosiądzów i brązów), odlewów oraz innych zastosowań. Są one wytwarzane m.in. przez Walcownię Metali Dziedzice w Czechowicach-Dziedzicach (pręty, rury, taśmy, krążki) oraz Walcownię Metali Nieżelaznych Łabędy w Gliwicach (blachy, pasy, taśmy) (Ocena obecnego… 2020).

Tabela 1. Produkcja ważniejszych grup półproduktów z miedzi i jej stopów w Polsce [tys. t]

Grupa półproduktów	2011	2016	2021
Walcówka miedziana	226,2	251,0	264,3
Drut OFE i drut Cu-Ag	16,4	16,4	17,6
Płaskowniki, pręty i kształtowniki	22,5	26,7	28,1
Rury	9,4	10,4	10,3
Blachy i taśmy	4,2	3,0	3,3

Źródło: GUS, KGHM Polska Miedź SA.

Do największych końcowych użytkowników miedzi należy energetyka (kable, przewody elektryczne i linie przesyłowe, turbiny, rotory, generatory energii, silniki, transfor-

matory itp.), ze szczególnym uwzględnieniem źródeł energii odnawialnej (zwłaszcza słonecznej i wiatrowej), której udział w strukturze użytkowania miedzi ocenia się na około 31%. Na budownictwo (instalacje wodne i sanitarne, pokrycia dachowe, rynny i inne elementy elewacji oraz wyposażenia budynków) przypada około 28%, środki transportu – 13% (samochody i autobusy konwencjonalne, hybrydowe i elektryczne), elektronika i telekomunikacja (systemy transmisji danych, komputery i inne urządzenia elektroniczne, telefonia komórkowa, mikroprocesory itp.) – 16%, przemysł maszynowy i inne – 12% (Ocena obecnego… 2020).

Spojrzenie w przyszłość

W najbliższych 20–30 latach należy oczekiwać wzrostu krajowego zapotrzebowania na miedź. Ze względu na jej właściwości będzie ona nadal – i to w rosnącej skali – powszechnie stosowana w energetyce konwencjonalnej, elektronice, telekomunikacji, środkach transportu, budownictwie i przemyśle maszynowym. Znaczny potencjał wzrostu popytu wiąże się z rozbudową i modernizacją infrastruktury energetycznej przesyłowej pod kątem jej dostosowania do wyzwań związanych ze wzrostem znaczenia energetyki odnawialnej, jak również z rozwojem samej energetyki odnawialnej: wiatrowej (uzwojenie generatorów, systemy kontroli pracy turbin, inwertery, przewody) i słonecznej (wymienniki ciepła, panele fotowoltaiczne, moduły CIGS), oraz z szeroko rozumianą elektryfikacją transportu (zwłaszcza samochody elektryczne – silniki elektryczne, baterie, okablowanie, oraz stacje ładowania samochodów elektrycznych), a także z postępującą robotyzacją i automatyzacją procesów przemysłowych i upowszechnianiem technologii cyfrowych. Można oczekiwać, iż w 2030 r. zapotrzebowanie na miedź w Polsce może osiągnąć około 390–400 tys. t/r., w 2040 r. – 400–450 tys. t/r., a w 2050 r. – nawet 450–500 tys. t/r. (przy założeniu, iż około 150 tys. t/r. walcówki miedzianej z HM Cedynia nadal będzie przedmiotem eksportu) (Ocena obecnego… 2020).

Powyższe trendy rozwoju krajowego zapotrzebowania na miedź, wraz z perspektywami utrzymania możliwości opłacalnego eksportu miedzi rafinowanej i walcówki miedzianej (głównie na rynki europejskie), są silnymi przesłankami do co najmniej utrzymania obecnego poziomu produkcji miedzi rafinowanej w Polsce do 2050 r., na bazie potencjału hut Głogów i Legnica. Działalność HM Legnica, po uruchomieniu w 2019 r. nowoczesnego pieca WTR (wychylno-topielno-rafinacyjnego), będzie skoncentrowana na przetwarzaniu złomów miedziowych. Dla HM Głogów dysponującej obecnie dwoma piecami zawiesinowymi, kluczowym wyzwaniem będzie zapewnienie odpowiedniej ilości koncentratów rud Cu. Produkcja własna koncentratów przez KGHM ma wyraźny trend spadkowy, przy rosnącym znaczeniu dostaw koncentratów importowanych, które stanowią już około 15% wsadu. Nie można wykluczyć, że w perspektywie kolejnych 20 lat część

zapotrzebowania krajowego hutnictwa miedzi wciąż będzie musiała być pokrywana dostawami koncentratów z zagranicy. Z drugiej strony należałoby wspierać inny scenariusz, tj. rozwój krajowej podaży koncentratów miedzi dzięki postępowi technologii eksploatacji złóż głębokich na monoklinie przedsudeckiej, zarówno w obrębie LGOM (np. Głogów Głęboki-Przemysłowy, Bytom Odrzański), jak i nowo odkrytych złóż zalegających na większych głębokościach, położonych na północ i północny-wschód od LGOM (np. Nowa Sól, Mozów, Sulmierzyce Północ).

Krajowe źródła miedzi rafinowanej – a więc z jednej strony złoża rud miedzi eksploatowane obecnie i w przyszłości, a z drugiej strony rosnące ilości pozyskiwanych i użytkowanych złomów miedzi – są i pozostaną zapewne przez dalsze dekady jednym z istotnych fundamentów rozwoju wielu branż polskiej gospodarki, w szczególności przesyłowej infrastruktury energetycznej, energetyki wiatrowej, produkcji środków transportu, czy też elektroniki i telekomunikacji. Perspektywy rozwoju zużycia miedzi w tych branżach są bowiem bardzo obiecujące. Aby tak się stało, w nieodległej przyszłości niezbędne będzie zagospodarowywanie kolejnych, głębiej położonych złóż rud miedzi, a także dalsza intensyfikacja zbiórki i przetwarzania poużytkowych złomów miedziowych (zwłaszcza kabli i przewodów).

Literatura

Banaś M. 1983. Rudy metali nieżelaznych. [W:] Surowce mineralne Polski. Nauka – gospodarka. Górska L., Ney R. (red.).

Baza danych gospodarki surowcami mineralnymi w Polsce (obejmująca dane za lata 1990–2021). IGSMiE PAN, Kraków.

Bilans gospodarki… 2015 – Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2013. Smakowski T., Galos K., Lewicka E. (red.). 2015. IGSMiE PAN, Kraków.

Bilans zasobów… – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2021 r. Wyd. PIG-PIB Warszawa (i edycje wcześniejsze od 1960 r.).

Bolewski A. (red.). 1992. Encyklopedia Surowców Mineralnych H–O. CPPGSMiE PAN Kraków.

GUS – Dane statystyczne Głównego Urzędu Statystycznego za lata 1990–2021 dotyczące produkcji wyrobów przemysłowych i obrotów międzynarodowych.

Galos K., Lewicka E. (red.). 2022. Gospodarka surowcami mineralnymi w Polsce w latach 2012–2021. IGSMiE PAN, Kraków.

Kijewski P. (red.). 1987. Metale towarzyszące w złożu rud miedzi, stan badań i perspektywy dalszego wykorzystania. Konferencja naukowo-techniczna w Rydzynie. Komisja do spraw Polityki Surowcowej NOT, Wrocław.

Nieć M. 1997. Złoża rud miedzi i srebra. [W:] Surowce mineralne Polski. Surowce metaliczne. Miedź. Srebro. Ney R. (red.).

Ocena obecnego… 2020 – Ocena obecnego oraz przyszłego zapotrzebowania gospodarki krajowej na surowce w perspektywie 2025, 2030, 2040 i 2050 roku. Galos K. (red.). Praca dla PIG-PIB (niepublikowana). Archiwum IGSMiE PAN.

Piestrzyński A. (red.). 2007. Monografia KGHM Polska Miedź SA. Wyd. KGHM Cuprum Lubin.

Mineralizacja złotonośna w osłonach metamorficznych wokół waryscyjskiej intruzji kłodzko-złotostockiej w Sudetach

***Stanisław Z. Mikulski*[1]**

[1] Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Badania nad mineralizacją kruszcową i złotonośną związaną z granitoidowym masywem kłodzko-złotostockim podjęte zostały w PIG-PIB w lat 90. ubiegłego stulecia. Uzyskane wyniki prac poszukiwawczo-badawczych były na tyle interesujące, że umożliwiły autorowi publikacji przygotowanie rozprawy doktorskiej. Rozprawa pt. „Mineralizacja scheelitowa i złotonośna w osłonach metamorficznych intruzji kłodzko-złotostockiej" została obroniona w 1997 roku. Promotorem był prof. dr hab. Stanisław Speczik. Chciałbym serdecznie podziękować Panu Profesorowi za wszechstronną opiekę oraz pomoc merytoryczną, która umożliwiła mi przygotowanie i obronienie dysertacji doktorskiej. Był to początek naszej współpracy, która w kolejnych latach umożliwiła realizację także innych projektów badawczych obejmujących problematykę wystąpień złota w rejonie intruzji kłodzko złotostockiej. Wyniki prac sukcesywnie przedstawialiśmy na międzynarodowych konferencjach naukowych oraz w publikacjach (m.in. Mikulski i Speczik 2008, 2009, 2016).

Występowanie mineralizacji złotonośnej

Ze względu na niski stopień ekshumacji granitoidowy masyw kłodzko-złotostocki (KZS) wraz z jego osłonami skał metamorficznych jest wyjątkowym przykładem strefowego rozmieszczenia mineralizacji kruszcowych i złotonośnych wokół intruzji granitoidowej (Mikulski i Speczik 2016). Wokół KZS można ogólnie wyróżnić 3 strefy wystąpień mineralizacji kruszcowych zróżnicowanych pod względem intensywności

i składu: (1) w strefach bezpośredniego kontaktu granitoidów ze skałami osłony charakterystyczne jest występowanie wysokotemperaturowych mineralizacji kruszcowych ze złotem [As-Fe-Au±W±Ti]; (2–3) w strefach oddalonych bezpośrednio od kontaktu (oraz źródła zmineralizowanych roztworów) stwierdzone zostały mineralizacje siarczkowe średniotemperaturowe [Pb-Cu-Zn] i niskotemperaturowe [Fe-Sb] ze śladami złota (Fig. 1).

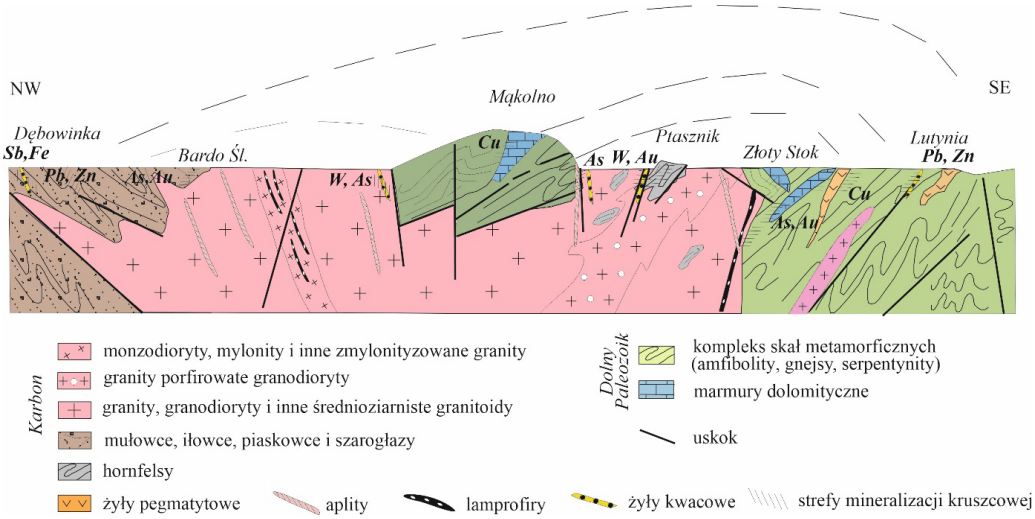


Fig. 1. Strefowy rozkład złotonośnych mineralizacji kruszcowych wokół intruzji kłodzko-złotostockiej (wg Mikulski i Speczik 2016)

We wszystkich tych strefach stwierdzona została mineralizacja złotonośna. Jednak jej intensywność i znaczenie złożowe mają głównie strefy bezpośredniego kontaktu skał intruzji ze skałami osłon metamorficznych. Wydzielone zostały następujące formy wystąpień mineralizacji złotonośnej:

(**a**) skarny i skały wapniowo-krzemianowe [As-Fe-Au (złoto submikroskopowe – z. s. oraz złoto mikroskopowe – z. m.); Złoty Stok];
(**b**) impregnacje i zastąpienia kruszcami minerałów skałotwórczych [As-Fe-Au (z. s., z. m.), Cu, Pb, Zn, Bi, Ag; Złoty Stok, Bardo Śląskie, Mąkolno];
(**c**) berezyty [Fe-Au (z. s., z. m.); Dębowinka];
(**d**) pegmatyty kwarcowo-skaleniowe, żyły i żyłki kwarcowe [mineralizacja tlenkowa Ti-W z Au (z. s., z. m.); Wzgórze Ptasznik, Mąkolno];
(**e**) żyły i żyłki kwarcowe [mineralizacja siarczkowa z przejawami Au (z. s., z. m.); Droszków, Skrzynka, Jaszkowa];
(**f**) żyłki kwarcowo-węglanowe i węglanowe z Au [(z. m.); Złoty Jar].

Ad. (a) W Złotym Stoku (Fig. 1, 2) udokumentowane zostały trzy główne typy złotonośnych rud: (1) skarny bogate w löllingit i arsenopiryt, które otaczają soczewki marmurów dolomitycznych lub silnie zserpentynizowanych skał ultramaficznych; (2) skały wapienno-krzemianowe (diopsydowo-tremolitowe) z rudą pirotynowo-magnetytową w postaci zgrubień i gniazd oraz (3) impregnacje rud arsenu w lekko zserpentynizowanych marmurach dolomitycznych. Soczewki marmurów dolomitycznych (1) wykazują 100–130 m długości i 15–25 m miąższości. Marmury dolomityczne są otoczone czarną skorupą serpentynitową, która przechodzi na zewnątrz w zielone, a następnie dalej w szaro-zielone skały wapniowo-krzemianowe. Czarno-zielone serpentynity mają miąższość 1–3 m. W zbadanych geochemicznie różnych typach rud ze Złotego Stoku stwierdzono silną korelację złota z arsenem (r = 0,57; n = 73). Strefy mineralizacji magnetytu charakteryzują się wyższym zawartością substancji organicznej (TOC) i niższą zawartością Au. Wyraźna korelacja między TOC, a MgO i Fe_2O_3 (r = 0,54 i 0,52; n = 50) sugeruje zwiększoną zawartość MgO w roztworach odpowiedzialnych za serpentynityzację marmurów dolomitycznych. Zawartości złota w zbadanych różnych typach rud były w zakresie od 0,073 do 40,0 ppm (śred. arytm. = 3,91 ppm Au dla n = 88). Najbogatsza mineralizacja występuje w czarnych serpentynitach, w których średnia zawartość arsenu jest na poziomie około 35–40% wag. oraz charakteryzuje się wzbogaceniem w Au (do około 30 ppm).

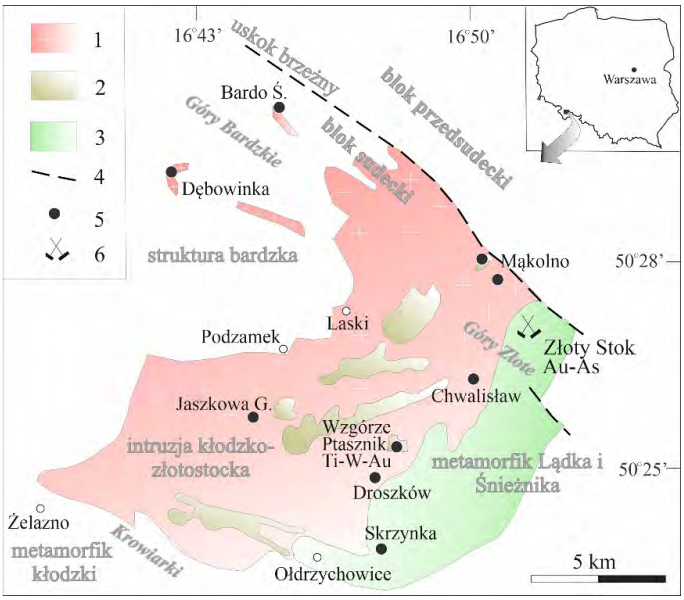


Fig. 2. Lokalizacja punktów wystąpień mineralizacji złotonośnej na masywie kłodzko-złotostockim i w jego najbliższym otoczeniu

1 – granitoidowy masyw kłodzko-złotostocki, 2 – pozostałości stropowej osłony metamorficznej, 3 – skały metamorfiku lądecko-śnieżnickiego, 4 – sudecki uskok brzeżny, 5 – punkty wystąpień mineralizacji złotonośnej, 6 – złoże złota i arsenu w Złotym Stoku

Zielone serpentynity są uboższe w Au (1–3 ppm), a zawartości As są w zakresie 3–20% wag. Stosunek Au/Ag w rudach o zawartości złota powyżej 1 ppm, wynosi średnio 6:1 (dla n = 47). Minerały zawierające arsen występują także w aplitach, pegmatytach i innych skałach typu żyłowego, w tym w żyłach kwarcowych i lamprofirowych, które stwierdzono w zachodniej części złoża. Większość złota występuje w postaci submikroskopowych domieszek w arsenopirycie (do 0,8–1,4% wag.) z podwyższoną zawartością Co (1–5% wag.), a także w löllingicie (do 0,72% wag.). Złoto submikroskopowe stwierdzone zostało również w bizmutynicie (do 0,9–2,2% wag.) oraz w śladowych wystąpieniach siarkosoli As-Ni-Co (do około 0,4% wag., Fig. 3f). Niewielkie wystąpienia złota (II i III generacji) są reprezentowane przez elektrum (Au, Ag), złoto rodzime i śladowo przez maldonit (Au_2Bi) w postaci mikrokryształów, wrostków, żyłek oraz wypełnień międzyziarnowych. Bardzo drobne wrostki Au II (0,5–15 μm) stwierdzono w löllingicie, arsenopirycie, pirotynie, magnetycie, Ni-Co siarkosolach (Fig. 3f), getycie, kwarcu i granatach. Au II generacji zawiera domieszki srebra w löllingicie (do 27% wag.) i arsenopirycie (do 13% wag.). Ponadto w złocie mikroskopowym oznaczono domieszki bizmutu (do 7–35% wag.) i miedzi (do 18,5% wag.). Domieszki srebra w elektrum są w szerokim zakresie (15–32% wag.). Najbardziej rozpowszechnioną formą wystąpień złota III generacji w rudach As są jego owalne wydzielenia w kwarcu cementującym spękane löllingity. Ziarna złota rodzimego (domieszki Ag do 20% wag.; 5–50 μm średnicy) obserwowano również w żyłach kwarcowo-kalcytowych. Młodszą generację złota (4,5–7% wag. domieszek Ag) zaobserwowano w żyłkach goethytu, które przecinają zwietrzałe rudy arsenu.

Ad. (b) Złotonośna mineralizacja siarczkowa rozpoznana została w blokach dawnego obrywu skalnego, które podczas powodzi w 1997 r. zostały rozmyte i odsłonięte w zakolu Nysy Kłodzkiej powyżej mostu na międzynarodowej drodze w Bardzie Śląskim (Fig. 1, 2). Pierwotna mineralizacja kruszcowa występuje w silnie zmienionych, spękanych i sprasowanych tektonicznie skałach kwarcowo-węglanowych w bezpośrednim kontakcie utworów fliszowych jednostki bardzkiej z drobnoziarnistymi tonalitami i granodiorytami apofizy intruzji kłodzko-złotostockiej. Minerały rudne reprezentowane są głównie przez arsenopiryt, Co-arsenopiryt (0,6–2,9% wag. Co), piryt i tytanit. Podrzędnie pojawia się galena, sfaleryt, chalkopiryt, antymonit, markasyt oraz minerały telluru, minerały bizmutu oraz siarkosole Pb-Bi. Złoto występuje w formie elektrum oraz złota rodzimego (z domieszką srebra do kilku procent i śladowymi ilościami Cu) w postaci wrostków o średnicy 5–100 μm w arsenopirycie i pirycie. Wrostki tworzą także inne siarczki oraz bizmut rodzimy, bizmutynit, hedleyit (Bi_2Te), tellurobismutyt (Bi_2Te_3), pilsenit (Bi_4Te_3), joseit B ($Bi_4STe)_3$ oraz rucklidgeit $(Bi,Pb)_3Te_4$. Bogata mineralizacja z gruboziarnistym arsenopirytem zawiera do około 7 ppm Au. Złoto stwierdzono również (ok. 1,5 ppm) w żyłce kwarcowej (o grubości około 2 cm), która przecina wychodnie granodiorytu w Bardzie Śląskim wzdłuż głównej drogi do Kłodzka.

Ad. (c) Kontaktowo-metasomatyczna złotonośna mineralizacja pirytowa (berezyty) opisana została z Dębowinki w środkowo-zachodniej części Gór Bardzkich (Fig. 1, 2 i 3b). Skały fliszowe intrudowane są tam żyłami mikrodiorytu intruzji kłodzko-złotostockiej.

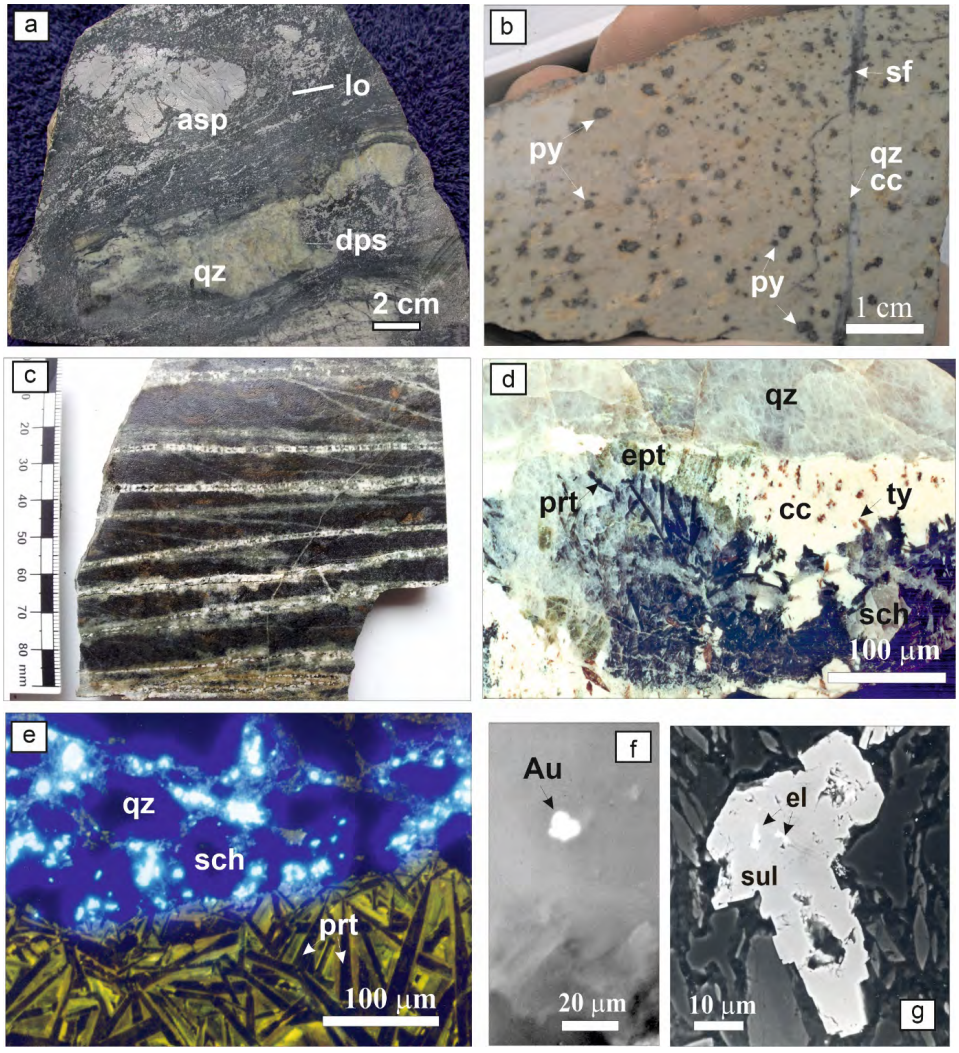


Fig. 3. **(a)** masywna złotonośna ruda arsenowa (arsenopiryt – asp, löllingit – lo) w zserpentynityzowanej skale węglanowo-krzemianowej ze złoża Au-As w Złotym Stoku; dps – diopsyd, qz – kwarc **(b)** typowa, impregnacyjno-żyłkowa, mineralizacja kruszcowa w berezytach z Dębowinki, py – piryt, sf – sfaleryt, cc – kalcyt, **(c–f)** Mineralizacja Ti-W z rejonu Wzgórza Ptasznik: **(c)** żyłki kwarcowo-skaleniowo-węglanowe z scheelitem i tytanitem w amfibolitach piroksenowych; (**d**) żyłka kwarcowo-skaleniowo (K)-węglanowo-epidotowa (ept) z kryształami augitu o pokroju kolumnowym (czarne), tytanitu (ty; brązowe romboidy) i scheelite (sch); (**e**) scheelit z prehnitem (prt) i kwarcem (qz) w świetle katodoluminescencyjnym; (**f**) mikro-kryształek złota (Au) w żyłce kwarcowej przecinającej zmieniony amfibolit; (**g**) wrostki elektrum (el) w siarkosolach Ni-Co (sul) ze Złotego Jaru w Złotym Stoku

W strefie kontaktu wzdłuż potoku Dębowy, o kierunku NW-SE w pasie o długości 750 m i szerokości 35–100 m, występuje impregnacja pirytem. Mineralizacja może stanowić do kilku procent objętości skał w postaci gniazd lub impregnacji zgodnej z laminacją w piaskowcach i/lub mułowcach. Najbogatsza impregnacja siarczkowa występuje w jasnych wkładach piaskowca szarogłazowego o miąższości 0,5–3,5 m. Berezyt składa się głównie z kwarcu (do około 48% wag.), serycytu (ok. 20%) i pirytu (3–10%), który może zawierać złoto submikroskopowe (0,2–1,2 ppm Au). Piryt wykazuje charakterystyczną budowę szkieletową (0,1–3 mm średnicy) oraz zmienne domieszki: As (do 2,0% wag.), Ni, Co i Sb. Na impregnacje pirytem nakłada się młodsza generacja siarczków, reprezentowana przez żyłki kwarcowo±kalcytowe ze sfalerytem, galeną, boulangerytem, antymonitem, arsenopirytem, tytanitem, pirytem i chalkopirytem. W otoczeniu żyłek w gruboziarnistym sfalerycie zaobserwowano mikrokryształki elektrum o średnicach do około 10 μm i wysokiej zawartości Ag (do 35% wag.).

Ad. (d) Tytanowo-wolframowa mineralizacja ze złotem została rozpoznana w pokrywie metamorficznej KZK na Wzgórzu Ptasznik, około 5 km na SW od złoża w Złotym Stoku (Fig. 1, 2). Dominująca jest tam mineralizacja tytanitowo-scheelitowa w żyłach i pegmatytach kwarcowo-skaleniowych (Fig. 3c–d) wypełniających spękania w amfibolitach piroksenowych. Mineralizacja scheelitowo-tytanitowa powstała w strefach intensywnego okwarcowania i feldspatyzacji w temperaturach około 400–460°C. Krystalizacja minerałów tytanu i wolframu poprzedziła powstanie siarczków i Au, które były związane z młodszymi generacjami żyłek kwarcowych powstałych w temperaturach poniżej 300°C. W kolejnych etapach miejsce miała chloryzacja minerałów maficznych i krystalizacja siarczków, którym towarzyszyła silna serycytyzacja i albityzacja plagioklazów. W paragenezie z młodszą generacją scheelitu pojawia się kalcyt, prehnit, epidot i piryt jako produkty przekształceń pierwotnych minerałów skał maficznych (Fig. 3e). Scheelit młodszej generacji jest zastępowany przez minerały z grupy allanitu zawierające domieszki Ce i La. Siarczki reprezentowane są głównie przez piryt i arsenopiryt, w mniejszym stopniu przez chalkopiryt i pirotyn. Elektrum zaobserwowano w postaci wrostków (5–10 μm średnicy) w arsenopirycie lub jako wydzielenia w spękaniach agregatów löllingitowo-arsenopirytowych. Złoto rodzime (do 15% wag. Ag) stwierdzono w żyłkach kwarcowych w postaci owalnych lub wydłużonych mikrokryształków o rozmiarach od 5 do 50 μm średnicy (Fig. 3f). Analizy chemiczne wykazały dużą zmienność wystąpień Au w próbkach (od śladów do około 18 ppm).

Ad. (e) Przejawy wystąpień złota w żyłach kwarcowych z mineralizacją siarczkową (arsenopiryt, piryt) i/lub tlenkową (tytanit, rutyl, scheelite) stwierdzono w kilku miejscach w środkowej (Jaszkowa G.), południowo-wschodniej (Skrzynka, Droszków) i północnej (Chwalisław) części KZK (Fig. 2). W rejonie Droszkowa zakres zawartości Au w żyłach kwarcowych z arsenopirytem i pirytem wyniósł od poniżej 5 ppb do 1,2 ppm. Złoto stwierdzono w spękanym arsenopirycie w postaci nieregularnych pojedynczych wrostków o rozmiarach od 5 do 15 μm średnicy i zmiennej zawartości domieszek srebra (<15 do 30% wag.). Poza tym ślady Au stwierdzone zostały w żyłach kwarcowych z mi-

neralizacją siarczkową w rejonie Jaszkowej G. (do 0,4 ppm Au), Skrzynki i Chwalisławia (do 0,1 ppm Au).

Ad. (f). Kolejny etap z mineralizacją złota występuje w żyłkach kwarcowo-kalcytowych i kalcytowych. Ich występowanie stwierdzono w zielonkawych skałach węglanowo-krzemianowych w kamieniołomie Złoty Jar w Złotym Stoku. Złoto rodzime, elektrum i tzw. złoto bizmutowe (maldonit) występują w asocjacji z pirytem, markasytem, galeną, siarkosolami Co i Ni oraz minerałami bizmutu.

Podsumowanie

W aureoli intruzji kłodzko-złotostockiej rozpoznanych zostało kilka generacji złota. W złożu w Złotym Stoku większość złota (Au I) występuje w postaci chemicznie związanego złota w löllingicie i arsenopirycie (z podwyższoną domieszką Co). Jest to złoto submikroskopowe (lub tzw. trudnoługowalne) charakterystyczne dla wysokotemperaturowego etapu krystalizacji rud arsenowych (Fig. 4). W podrzędnej ilości występuje złoto

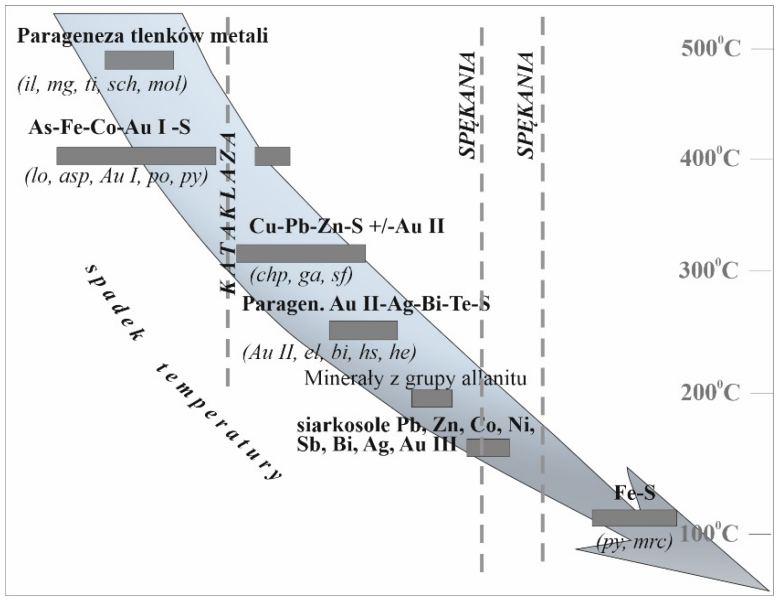


Fig. 4. Schemat sukcesji mineralizacji kruszcowych związanych z rozwojem procesów kontaktowo-metasomatycznych wokół intruzji kłodzko-złotostockiej (Mikulski, Speczik 2016)
il – ilmenit; mg – magnetyt; sch – scheelit; ti – tytanit; mol – molibdenit; lo – löllingit; asp – arsenopiryt; Au I – złoto submikroskopowe; po – pirotyn; py – piryt; chp – chalkopiryt; ga – galena; sf – sfaleryt; Au II, III – złoto mikroskopowe; el – elektrum; bi – bizmutynit, bizmut rodzimy; hs – hessyt; he – hedleyit; mrc – markasyt

mikroskopowe, które jest widoczne pod mikroskopem polaryzacyjnym (rozmiary >1 μm średnicy). Złoto mikroskopowe powstało głównie w wyniku redystrybucji złota pierwotnego występującego w postaci domieszek w löllingicie oraz arsenopirycie. Wytrącanie złota mikroskopowego bezpośrednio w obrębie spękanych siarko-arsenków i siarczków odbywało się przy udziale roztworów z dominującą rolą $Au(HS)^{2-}$ w temperaturach od 250 do 350°C i pH w zakresie 7–8. W rejonie Złotego Stoku można wydzielić kilka generacji złota mikroskopowego. Złoto drugiej i trzeciej generacji (Au II i Au III) stwierdzono w różnych formach w mikro-wystąpieniach (żyłki, kryształy, wrostki oraz ksenomorficzne wypełnienia międzyziarnowe – tzw. *wolne złoto*) i jest reprezentowane przez elektrum, złoto rodzime i śladowo przez maldonit. Bardzo drobne (0,5–15 μm) wrostki Au II znaleziono w löllingicie, arsenopirycie, pirotynie, magnetycie, siarko-arsenkach Ni-Co, limonicie, kwarcu i granatach. Najczęstszą postacią pojedynczych wystąpień Au III w rudzie arsenu są owalne wydzielenia złota w kwarcu, który spaja spękane ziarna rud arsenowych. Złoto pierwotnie (Au I) rozproszone w strukturze kruszców uległo remobilizacji i krystalizacji w spękaniach minerałów i/lub w żyłkach kwarcowych i kwarcowo-węglanowych. Wrostki złota w arsenopirycie (o rozmiarach do 10 μm) z reguły współwystępują z minerałami bizmutu oraz lokalnie także z tellurkami i siarkosolami (Bardo Śląskie). Młodsze generacje złota mikroskopowego stwierdzone zostały w żyłkach goethytu oraz wypałkach hutniczych.

Głównym źródłem metali dla złotonośnych mineralizacji kruszcowych były ich pierwotne koncentracje w skałach wulkaniczno-osadowych z dużym udziałem materiału z płaszcza (perydotyty, piroksenity, gabra). Złoto podobnie jak i inne metale uległo migracji i wzbogaceniu w wyniku powstania magm hybrydowych waryscyjskiej intruzji granitoidów kłodzko-złotostockich. Zmineralizowane roztwory hydrotermalne dzięki rozwojowi stref spękań tektonicznych mogły migrować zarówno w masywie jak i w skałach osłon metamorficznych, gdzie w strefach barier geochemicznych i strukturalnych zachodziła w wysokich temperaturach krystalizacja mineralizacji złotonośnych związanych głównie z krystalizacją rud arsenowych.

Szanowny Panie Profesorze, chciałbym serdecznie podziękować za możliwość współpracy, dyskusje oraz życzliwość i wsparcie w różnych aspektach realizacji badań i publikacji wyników.

Z okazji pięknego Jubileuszu 75-lecia urodzin oraz 50-lecia pracy naukowej, życzę stu lat w zdrowiu oraz wszelkiej pomyślności w życiu osobistym i zawodowym. Życzę dalszych owocnych i spektakularnych sukcesów zarówno w pracy naukowej, jak również w biznesie.

Literatura

Budzyńska H. 1971. Mineralogia złoża arsenowego w Złotym Stoku. Archiwum Mineralogiczne 29(1–2), 29–88.

Kowalski W.M. 1961. Rozmieszczenie löllingitu i siarczków w złożu arsenowo-złotonośnym w Złotym Stoku na Dolnym Śląsku. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej, Geologia 4, 17–22.

Kowalski W. 1963. Serpentynizacja złoża kruszców arsenu w Złotym Stoku (Dolny Śląsk). Prace Geologiczne 12, 55–76.

Kowalski W. 1969. Minerały kruszcowe ze Złotego Stoku (Dolny Śląsk). Prace Mineralogiczne 16, 23–40.

Lorenc M. 1994. Rola magm zasadowych w ewolucji intruzji granitoidowych (studium porównawcze wybranych masywów hercyńskich). Geologia Sudetica 28, 1–130.

Mikulski S.Z. 1996a. Złoto z kamieniołomu Złoty Jar k. Złotego Stoku (Sudety). Przegląd Geologiczny 44, 1205–1210.

Mikulski S. Z. 1996b. Gold mineralization within contact-metamorphic and shear zones in the Złoty Jar quarry-Złoty Stok As-Au deposit area. Geological Quarterly 40(3), 407–442.

Mikulski S.Z. 1997. Mineralizacja scheelitowa i złotonośna w osłonach metamorficznych intruzji kłodzko-złotostockiej. Rozprawa doktorska, CAG PIG-PIB, Warszawa. 213 s.

Mikulski S.Z. 1998. Złotonośna mineralizacja kruszcowa z Barda Śląskiego (Sudety Środkowe). Przegląd Geologiczny 46, 1261–1267.

Mikulski S.Z. 2000. Poszukiwania mineralizacji scheelitowo-złotonośnej w rejonie makroenklawy Ptasznika na intruzji kłodzko-złotostockiej w Sudetach. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 391, 5–88.

Mikulski S.Z. 2011. Gold mineralization of the Kłodzko-Złoty Stok intrusion contact zone, Sudetes, SW Poland. [W]: Kozłowski A., Mikulski S.Z. (red.). Gold in Poland, AM Monograph no 2, 27–43.

Mikulski S.Z., Speczik S. 2008. Organic and inorganic geochemistry of gold mineralization at the Zloty Stok, SW Poland. Applied Earth Science (Trans. Inst. Min. Metall. B) 117(4), 149–159.

Mikulski S.Z., Speczik, S. 2009. The unstructured organic matter and its relation to serpentinization and gold mineralization in the Zloty Stok Au-As skarn deposit (SW Poland). [W]: Williams P.J., i in. (red.). Smart Science for Exploration and Mining: 10th Biennial SGA Meeting, Townsville, Australia, 248–250.

Mikulski S.Z., Speczik S. 2016. The auriferous ore mineralization and its zonal distribution around the Variscan Kłodzko-Złoty Stok granitoid pluton in the Sudetes (SW Poland) – an overview. Geological Quarterly 60(3), 650–674.

Muszer A. 1992. Złoto rodzime ze Złotego Stoku (Dolny Śląsk). Archiwum Mineralogiczne 48, 81–99.

Muszer A. 1997. Charakterystyka okruszcowania północnej i środkowej części Gór Złotych na tle budowy geologicznej. Acta Univ. Vratisl. Prace Geologiczno-Mineralogiczne, 52, 130 s.

Muszer A. 2011. Gold at Złoty Stok – history, exploitation, characteristic and perspectives. [W]: Kozłowski A. & Mikulski S.Z. (red.). Gold in Poland. AM Monograph 2, 45–62.

Niczyporuk K., Speczik S. 1993. Gold in arsenic minerals of Złoty Stok. Mineralogia Polonica 24, 21–32.

Olszyński W., Speczik S. 1993. Ore mineralization of Lutynia (SW Poland). Kwartalnik Geologiczny 37(4), 485–500.

Speczik S. 1994. Metasomatic processes in the vicinity of the Kłodzko-Złoty Stok massif. [W]: Speczik, S. (red.). Second Workshop on Variscan Metallogeny, Kraków-Wrocław-Warszawa, s. 85–101.

Wierzchołowski B. 1976. Granitoidy kłodzko-złotostockie i ich kontaktowe oddziaływanie na skały osłony. Geologia Sudetica 11 (2), 7–147.

Złoża rud miedzi w Polsce – od historii ku przyszłości

***Marek Nieć*[1]**

[1] Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Odkrycie złóż rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej wprowadziło Polskę do grona jej czołowych światowych producentów. Ciągłe i systematyczne badania geologiczne tych złóż prowadzone w ślad za postępem eksploatacji pozwalają, coraz lepiej zrozumieć warunki ich przestrzennego rozmieszczenia. Umożliwiają także wskazanie obszarów nowych lokalizacji tych złóż i rozpoznawanie kolejnych obszarów złożowych. Sukces prowadzonych prac poszukiwawczo-rozpoznawczych wieńczony dokumentowaniem kolejnych złóż jest znakomitym przykładem znaczenia podstawowych badań naukowych dla formułowania koncepcji tych prac. Na tym tle warto jest spojrzeć na historię zagospodarowania złóż miedzi w Polsce i podjąć próbę oceny możliwości powiększenia ich bazy zasobowej i ich dalszego wykorzystania w przyszłości.

Stosowanie miedzi na ziemiach polskich datowane jest na okres pod koniec neolitu. W Złotej koło Sandomierza przetapiano miedź importowaną najprawdopodobniej z terenów Słowacji i wytwarzano z niej wyroby użytkowe (Dziekoński 1962). Liczne ślady działalności metalurgicznej i znaleziska form odlewniczych na terenie Dolnego Śląska i południowej Wielkopolski z epoki brązu, sugerują, że źródłem niezbędnej miedzi były wystąpienia rud miedzi w Sudetach i niecce zewnętrznosudeckiej. Wykorzystywane były prawdopodobnie też wystąpienia rud miedzi w Karpatach (Gedl 1988). Ślady tej domniemanej, najdawniejszej eksploatacji nie zostały zidentyfikowane.

Pierwsze fragmentaryczne informacje o wydobywaniu rud miedzi pochodzą z XII w., a dobrze udokumentowane dane dopiero z początków XIV w. z rejonu Miedzianki dolnośląskiej.

Podejmowana była tu z przerwami eksploatacja w wielu miejscach w rozległym polu żylnym. Miedź pozyskiwano też ze złoża żyłowego w Starej Górze i Chełmcu w Górach Kaczawskich. Pozyskiwano bogate rudy prawdopodobnie ze strefy cementacji złóż żyłowych. Eksploatowane rudy zawierały 1,2–3,8% Cu, a sortowane 12–18% (Dziekoński 1972). Pozyskiwano także siarczan miedzi (witriol) metodą ługowania z hałd odpadów

i żużli, a miedź wytrącano z niego na prętach żelaznych. W Miedziance epizodyczne pozyskiwano rocznie do 10–20 ton miedzi, ale łącznie wydobyto około 80–100 tys. ton rudy, z której uzyskano około 2300 t miedzi. W Starej Górze z rudy wydobywanej do początków XX w. uzyskano około 2000 ton Cu. Epizodyczne wydobycie w Chełmcu dostarczyło jej 30–50 ton. Dopiero ożywione w XIX w. wydobycie rud cechsztyńskich w rejonie Leszczyńca pozwoliło na uzyskanie około 83 tys. ton miedzi z margli miedzionośnych o zawartości 1–2% Cu.

W Górach Świętokrzyskich (prawdopodobnie już w czasach wpływów rzymskich) zwrócono uwagę na rudy miedzi, ale ich wydobycie jest udokumentowane od XVI wieku. Do początków XX w. eksploatowano okresowo gniazdowe nagromadzenia rud bogatych w strefie wietrzeniowej w Miedziance i Miedzianej Górze. Wydobywano rudy o zawartości około 8 do kilkunastu procent Cu. Rudy świętokrzyskie były też wykorzystywane, jako pigmenty (Witkowski i Svorová-Pawełkowicz 2021). Brak danych o wielkości wydobycia rudy i ilości uzyskanej miedzi. Szacuje się (Kowalczewski 1972), że łącznie wydobyto około 160–240 tys. ton rudy o zawartości 5–10% Cu przede wszystkim w Miedzianej Górze. W Miedziance pozostawało jeszcze około 55 tys. ton rudy o zawartości około 6% Cu (Schrötter 1945).

Stulecia XV–XVI były okresem ważnego znaczenia gospodarczego miedzi stosowanej w budownictwie (pokrycia dachowe), produkcji uzbrojenia, dzwonów, wyposażana okrętów, wytwarzania sprzętów kuchennych, kotłów, kadzi (np. do warzenia piwa), w mennictwie (Molenda 1989). Złoże w Miedzianej Górze od XVII do XVIII w. było ważnym źródłem miedzi, ale krajowa produkcja nie zaspokajała potrzeb, które były pokrywane importem z terenu Słowacji i ze Szwecji. Epizodyczna tylko była eksploatacja rud miedzi w Tatrach i Karpatach fliszowych.

W pierwszej połowie XX w. efemeryczna eksploatacja małych znanych złóż rud miedzi w czasie I wojny światowej nie miała istotnego gospodarczego znaczenia. Podejmowane próby poszukiwań jej złóż ograniczone do obszarów znanych jej wystąpień nie rokowały sukcesu.

Po II wojnie światowej w związku z odbudową kraju a następnie realizacją planu sześcioletniego rozbudowy i uprzemysłowienia, jako podstawy „budowy podstaw socjalizmu" istniało zapotrzebowanie na miedź trudne do pokrycia z dostępnych źródeł. Jej pozyskanie drogą importu w okresie zimnej wojny było utrudnione z powodu braku ofert z krajów obozu socjalistycznego i embarga z krajów kapitalistycznych. Pozyskiwano ją zatem z różnych krajów od przemytników. Rosnące zapotrzebowanie na miedź spowodowało:

- ➢ próby podejmowania eksploatacji dawniej wykorzystywanych małych złóż, w szczególności Miedzianki w Sudetach i w Górach Świętokrzyskich,
- ➢ szeroko zakrojone prace poszukiwawcze w obszarach znanych wystąpień mineralizacji miedziowej w Sudetach, Karpatach i Górach Świętokrzyskich,
- ➢ rozwój eksploatacji rud ubogich w niecce zewnętrznosudeckiej, o zawartości miedzi od 0,5 do około 1%.

W 1957 r.wykazywano 2,5 tys. ton rudy i 200 ton miedzi (w kat. C_2) w Miedziance na Dolnym Śląsku oraz 173,2 mln ton rudy i 1,46 mln ton miedzi w złożach w niecce zewnętrznosudeckiej. W wyniku szczegółowego rozpoznania tych złóż wykazywano niewielki stopniowy, planowany, przyrost zasobów (Fig. 1).

Ożywione dyskusje w Polsce wywoła koncepcja prof. J. Zwierzyckiego o możliwym występowaniu łupków miedzionośnych i złóż miedzi w utworach cechsztynu na północ od bloku przedsudeckiego. Była to teza kontrowersyjna w stosunku do wcześniejszych wyników badań i poglądów geologów niemieckich o zaniku ich miedzionośności, a podsumowanych przez O. Eisentrauta (1939). Nawet stwierdzenie łupków miedzionośnych w otworze we Wschowej, wykonanym w związku z poszukiwaniami złóż węglowodorów nie rozwiały wątpliwości. Zatem z dużym niepokojem podjęta została przez J. Wyżykowskiego i zaakceptowana decyzja o lokalizacji otworu, którym w efekcie stwierdzono obecność złoża (mimo wcześniejszych nie zakończonych sukcesem wstępnych badaniach).

Historia odkrycia i udokumentowania złóż miedzi w Legnicko-Głogowskim Obszarze Miedzionośnym była przedmiotem wielu publikacji (Rydzewski 2007 i literatura tam cytowana), jak również uwieńczone sukcesem poszukiwanie jej złóż poza tym obszarem na głębokości ponad 1500 m (Oszczepalski i in. 2019). Odkrycie tych złóż i szybkie rozpoznanie spowodowało skokowy wzrost udokumentowanych zasobów rud miedzi, a w ślad za tym ich wydobycia (Fig. 1), które ulokowało Polskę w pierwszej dziesiątce światowych

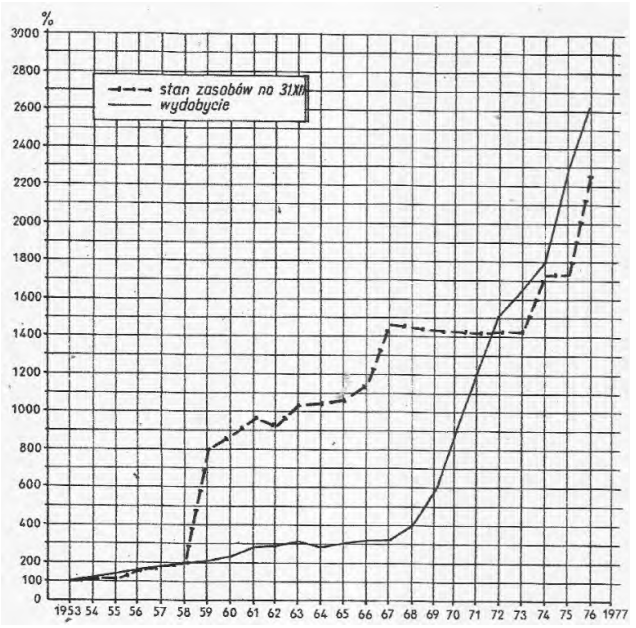


Fig. 1. Zmiany stanu zasobów i wydobycie rud miedzi w latach 1953–1976 (Gospodarka… 1978)

producentów miedzi. W efekcie wieloletnich prac geologicznych stwierdzony został rozległy obszar miedzionośny lokujący go w rzędzie największych w skali światowej i największy w formacjach skał osadowych (Tylor i in. 2013). Udokumentowane i wstępnie zbadane zasoby miedzi, łącznie z już zużytymi, wynoszą około 95 mln ton, a łącznie z przewidywanymi jeszcze do głębokości 2000 m, nawet około 120 mln ton, co stanowi około 5% wykazywanych zasobów w skali światowej.

Dotychczasowy stan wiedzy o budowie geologicznej Polski pozwala na oszacowanie zasobów perspektywicznych i hipotetycznych rud miedzi, które przedstawione są w *Bilansie zasobów perspektywicznych kopalin Polski* (Oszczepalski i in. 2020). Udokumentowana baza zasobowa złóż miedzi na monoklinie przedsudeckiej i przewidywane możliwe jej powiększenie stwarza możliwość pozyskiwania miedzi w okresie wieloletnim. Barierą może być rosnąca głębokość dokumentowanych nowych złóż.

Poza obszarem przedsudeckim stwierdzone zostały zasoby miedzi, jako metalu towarzyszącego, w złożu rud porfirowych Mo-W w Myszkowie i dlatego strefa graniczna bloku małopolskiego i górnośląskiego jest uznana za perspektywną dla występowania dalszych złóż porfirowych (Oszczepalski i in. 2010). Stwierdzono tu też skarnową mineralizację miedziową towarzyszącą intruzjom skał magmowych w Zawierciu.

Rosnące światowe zapotrzebowanie na miedź i wyczerpywane się zasobów złóż czołowych jej producentów stwarza, już wcześniej sygnalizowane, widmo braku zrównoważenia podaży z popytem (Messner 2001; Northey i in. 2014; Calvo i in. 2016). Powoduje to wpisanie miedzi na listę surowców krytycznych. Skłania to do szerszego spojrzenia na możliwe źródła pozyskiwania miedzi, także w dalekiej przyszłości. Pod uwagę należy wziąć możliwość:

- wykorzystania rud ubogich w znanych złożach,
- wykorzystania innych ubogich złóż,
- odzysku miedzi z surowców wtórnych: przede wszystkim odpadów górniczych i przemysłowych,
- możliwość poszukiwań innych typów złóż niż znane.

Możliwość pozyskania miedzi ze źródeł krajowych w dalszej perspektywie czasowej będzie uzależniona od:

- postępu technicznego w wykorzystaniu złóż głęboko położonych i rud ubogich oraz złóż antropogenicznych,
- rozpoznania i udokumentowania nowych złóż.

O możliwości wykorzystania złóż ubogich i głęboko położonych decydują przede wszystkim koszty wydobycia i przeróbki rudy, których konsekwencją są kryteria definiujące złoże (coraz częściej kryteria inwestorskie a nie te przyjmowane przez administrację geologiczną).

Zmiany zawartości miedzi (P) w eksploatowanych rudach od końca XIX w. do początków XXI w. (w czasie t) sugerują zależność, którą można by opisać funkcją wykładniczą:

$$P = a \cdot e^{-bt}$$

Jest to konsekwencją wzrostu cen miedzi kompensowanej wzrostem kosztu jej pozyskania z powodu wzrostu zużycia energii (Gentilhome 1983; Calvo i in. 2016). Barierą dla obniżania zawartości miedzi w rudzie jest fizyczna możliwość wzbogacania rudy ubogiej określana jako bariera mineralogiczna (Skinner 1979). Obecnie jest to około 0,2% Cu. Zastosowanie odpowiednich metod hydrometalurgicznych (ługowania) lub biometalurgicznych (ługowania z udziałem bakterii) może być drogą dla przesunięcia tej bariery w kierunku niższych zawartości. W tym kontekście może być warte rozpatrzenie wykorzystania złóż bardzo ubogich rud miedzi, których eksploatacja została zaniechana, oraz możliwości znalezienia złóż wcześniej uznanych za nieinteresujące, np. w formacji czerwonych łupków w Karpatach (Nieć i in. 2016). Odrębnym zagadnieniem jest możliwość wykorzystania ubogich w miedź odpadów poflotacyjnych, które stanowią złoże antropogeniczne.

Możliwość wykorzystania nowych złóż jest ograniczana przez wymagania ochrony środowiska i społeczne wymagania zagospodarowania przestrzennego. Dlatego też wyzwaniem jest wykorzystanie partii ubogich już zagospodarowanych złóż. Zwrócić jednak należałoby też uwagę na możliwość występowania w Polsce innych typów złóż miedzi niż dotychczas znane. Przy obecnym stanie poznania budowy geologicznej Polski szanse odkrycia takich złóż blisko powierzchni są niewielkie. Sukces badania głęboko położonych złóż miedzi na monoklinie przedsudeckiej wskazuje na celowość rozważenia szans odkrycia innych złóż zakrytych lub ukrytych do głębokości przynajmniej 2000 m. Szczególnie interesujące są obszary w dalszym otoczeniu stwierdzanych dotychczas przejawów

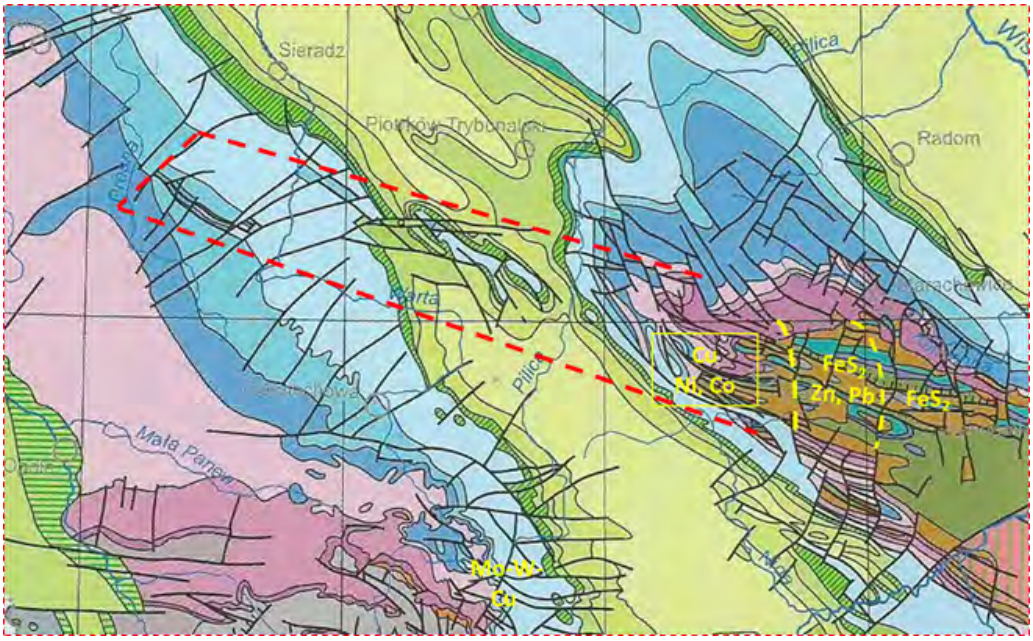


Fig. 2. Obszar możliwego występowania złóż rud miedzi na zachód od Gór Świętokrzyskich

mineralizacji miedziowej. Przykładowo w Górach Świętokrzyskich w wyniku wykonanych dotychczas badań potwierdzono w wielu punktach w zachodniej ich części obecność przejawów mineralizacji Cu w towarzystwie Co-Ni, podobnej jak w złożu w Miedziance. Zarazem można stwierdzić strefowość mineralizacji rudnej wiązanej z waryscyjską epoką metalogeniczną (Fig. 2). Sugeruje ona możliwość występowania koncentracji rud miedzi na zachód od odsłoniętej części masywu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich w jego części pogrzebanej pod pokrywą utworów mezozoicznych. W szczególności można ich oczekiwać w utworach pogranicza dewonu dolnego i środkowego. Nie jest też wykluczona możliwość znalezienia także złóż w innych obszarach dotychczas słabo zbadanych, np. wulkaniczno-osadowych we wschodniej części bloku przedsudeckiego.

Literatura

Calvo G., Mudd G., Valero Al., Valero An. 2016. Decreasing ore grades in global metallic mining. A theoretical issue or a Global reality? Resources 5, DOI: 103390/resources 5040036.

Dziekoński T. 1962. Metalurgia miedzi w osadzie kultury ceramiki wstęgowej malowanej w Złotej pow. Sandomierz, oraz próba ustalenia pochodzenia przerabianego tam surowca. Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa, t VII, 7–125.

Dziekoński T. 1972. Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX wieku. PAN Instytut Historii Kultury Materialnej, ZN im. Ossolińskich, Wrocław.

Eisentraut O. 1939. Der niederschlesiche Zechstein und seine Kupferlagerstätte. Archiv fur Lagerstätten Forschung, Hf. 71.

Gedl M. 1988. Uwagi na temat wykorzystywania miejscowych złóż miedzi w Polsce w epoce brązu i we wczesnej epoce żelaza. [W:] Surowce mineralne w pradziejach i we wczesnym średniowieczu Europy Środkowej. PAN, oddział we Wrocławiu, Prace Komisji Archeologicznej nr 6, 29–40.

Gentilhomme P. 1983. L'evolution des teneurs moyennes des minerais exploites: retrospective, mecanismes et perspectives. Chronique de la Recherche Miniere 473.

Gospodarka zasobami złóż rud miedzi. 1978. CUG, Departament Geologii Gospodarczej, Wyd. Geol., Warszawa.

Kowalczewski Z. 1972. Podstawowe problemy świętokrzyskiego górnictwa kruszcowego w świetle danych geologicznych. Dzieje i Technika świętokrzyskiego górnictwa i hutnictwa kruszcowego. Kieleckie Tow. Naukowe, Wyd. Geol. Warszawa, s. 55–78.

KIrschbaum D., Parks M.J., Wilson H. L., Wintzer A.B. 2013. Descriptive models , grade-tonnage relations and data bases for the assessment of sediment-hosted copper deposits. USGS Scientific Investigations Report2010-5090-J.

Król P., Urban J. 2012. Geologiczne i historyczne dziedzictwo górnictwa miedzianogórskiego. Kielce.

Messner F. 2001. Towards a sustainable copper industry? Trends in resource use, environmental impacts and substitution in the global copper industry. UFZ discussion papers no 1, UFZ – Umweltforschungszentrum, Leipzig-Halle, Leipzig.

Molenda D. 1989. Eksploatacja rud miedzi i handel miedzią w Polsce w późnym średniowieczu i w początkach nowożytności (do 1795 r.). Przegląd historyczny 80(4), 801–814.

Nieć M., Radwanek-Bąk B., Lenik P. 2016. Szkic metalogenii polskich Karpat- modele i możliwości występowania złóż rud. Biuletyn PIG 467, 9–40.

Northey S., Mohr S., Mudd G.M., Weng Z.,Giurco D. 2014. Modelling future copper ore grade decline based on a detailed assessment of copper resources and mining. Resources, Conservation and Recycling 83, s. 190–201.

Oszczepalski S., Markowiak M., Mikulski S.Z., Lasoń K., Buła Z., Habryn R. 2010. Porfirowa mineralizacja Mo-Cu-W w utworach prekambryjsko-paleozoicznych – analiza prognostyczna strefy kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. Biuletyn PIG 439, 339–354.

Oszczepalski S., Speczik S., Zieliński K., Chmielewski A. 2019. The kupferschiefer deposits and prospects in SW Poland: past, present and future. Minerals 9, DOI: 10.3390/min9100592.

Oszczepalski S., Markowiak M., Chmielewski A. 2020. Rudy miedzi i srebra. [W:] Bilans zasobów perspektywicznych kopalin Polski wg stanu na 31.2.218. (Szamałek K., Szuflicki M., Mizerski W., red.), PIG, Warszawa.

Rydzewski A. 2007. Historia odkrycia złoża miedzi Lubin-Sieroszowice. Biuletyn PIG 423, 7–10.

Schrötter T. 1945. W sprawie kopalni rudy miedzi w Miedziance. Mat. niepub.

Skinner B.J. 1979. The frequency of mineral deposits. The Geological Society of South Africa, Annex to vol. 82, Alex duToit Memorial Lectures no. 16, 1–12.

Tylor C.D., Causey J.D., Denning P.D., Hammarstrom J.M., Hayes T.S., Horton J.

USGS 2014 – Estimate of undiscovered copper resources of the World, 2013. Global Mineral Resources Assessment. Fact Sheet 2014–3004.

Witkowski M., Svorová-Pawełkowicz S. 2021. Handel pigmentami miedziowymi ze złóż świętokrzyskich w świetle źródeł archiwalnych. Acta Universitatis Nicolai Copernici, Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo LII, 331–352.

Wróblewski T. 2018. Miedzianka w Górach Świętokrzyskich. [W:] Zbigniew Rubinowski (1929––1997). Kieleckie Tow. Naukowe, Kielce.

Historia badań polimetalicznych złóż miedzi w utworach cechsztynu południowo-zachodniej Polski

***Sławomir Oszczepalski*[1]**

[1] Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Geologowie niemieccy prowadzili w utworach cechsztynu niecki północnosudeckiej prace poszukiwawcze i rozpoznawcze w rejonie Złotoryi od 1914 r., i Grodźca w 1936 r. W następstwie tych prac opracowano geologię tego rejonu (Eisentraut 1939) oraz prowadzono eksploatację w kopalniach: Lena, Konrad i Lubichów, lecz zaniechano jej wskutek działań wojennych II wojny światowej. Wprawdzie w latach 1950–1989 w niecce północnosudeckiej wydobywano rudy miedzi, lecz wskutek stopniowego wyczerpywania zasobów i rozpoczęcia w 1968 r., produkcji w kopalniach Lubin i Polkowice, kolejne kopalnie zakończyły działalność górniczą (Nowy Kościół – 1968 r., Lena – 1973 r., Lubichów – 1976 r., Konrad – 1989 r.).

Na monoklinie przedsudeckiej badania geologiczne datują się od głębokiego wiercenia w Krajkowie koło Wrocławia (Eisentraut 1939). Następne otwory zrealizowane przed wojną w pobliżu Wrocławia: Pracze Odrzańskie i Muchobór Wielki przewierciły cechsztyn, lecz zawartość miedzi nie przekraczała 0,08% Cu. Inne wiercenia wykonane w okolicach Żagania, stwierdzające utwory czerwonego spągowca i cechsztynu bez wzbogaceń w metale, pozwoliły na uznanie, że cechsztyn rejonu Wrocławia łączy się z jego odpowiednikiem z niecki północnosudeckiej wokół metamorfiku bloku przedsudeckiego i wyznaczenie schematycznego zasięgu bloku przedsudeckiego (Fig. 1). Ponadto Eisentraut (1939) postawił tezę, że na północ i północny zachód od Wrocławia nie należy spodziewać się występowania wysokich koncentracji miedzi w obrębie spągowych utworów cechsztynu, sugerując, iż poza niecką północnosudecką dominuje facja niemetalonośna.

Po II wojnie światowej, doceniając rolę badań nad surowcami rud miedzi, w Instytucie Geologicznym utworzono Pracownię Miedzi, a kierowanie nią od 1951 roku powierzono J. Wyżykowskiemu. Przygotował on program rozszerzenia badań na obszary położone na północny zachód od Wrocławia, o całkowicie do tego czasu nierozpoznanej podkeno-

zoicznej budowie geologicznej. Zasadniczym problemem, z którym się zmierzono, było zagadnienie zasięgu bloku przedsudeckiego, gdyż rozstrzygnięcie położenia kontaktu skał metamorficznych bloku przedsudeckiego z utworami permu po północno-wschodniej stronie bloku miało zasadnicze znaczenie dla rozpoczęcia prac poszukiwawczych. Eisentraut (1939) i Zwierzycki (1951) zakreślili schematyczne zasięgi cechsztynu wzdłuż linii oddalonej około 8 km na północny wschód od obecnie znanego zasięgu bloku przedsudeckiego (Fig. 1).

Przygotowaniem do prac poszukiwawczych było opracowanie założeń profilu sejsmicznego Bolesławiec-Głogów (Fig. 1). Profil ten został zlecony przez A. Granicznego w 1951 r. Przedsiębiorstwu Poszukiwań Geofizycznych w Warszawie wraz z uzasadnieniem, że posłuży on do zaprojektowania wierceń rozpoznawczych w kierunku na północny wschód od niecki północnosudeckiej. Profil realizowany był w latach 1952-1953, a uzyskane wyniki zostały wykorzystywane przez Wyżykowskiego do stworzenia projektu poszukiwań wierceniami wzdłuż profilu sejsmicznego. W pierwszym rzędzie tworem Gromadka IG 1 (1955 r.) zaplanowano sprawdzenie wariantu występowania cechsztynu w niedalekiej odległości od złoża Konrad (Fig. 1), lecz w otworze tym pod kenozoikiem stwierdzono staropaleozoiczne łupki krystaliczne (Wyżykowski 1958). W świetle tych wyników zdecydowano się na weryfikację drugiej koncepcji, zakładającej istnienie wychodni cechsztynu niemal 40 km na północny wschód od Gromadki, idąc wzdłuż profilu sejsmicznego.

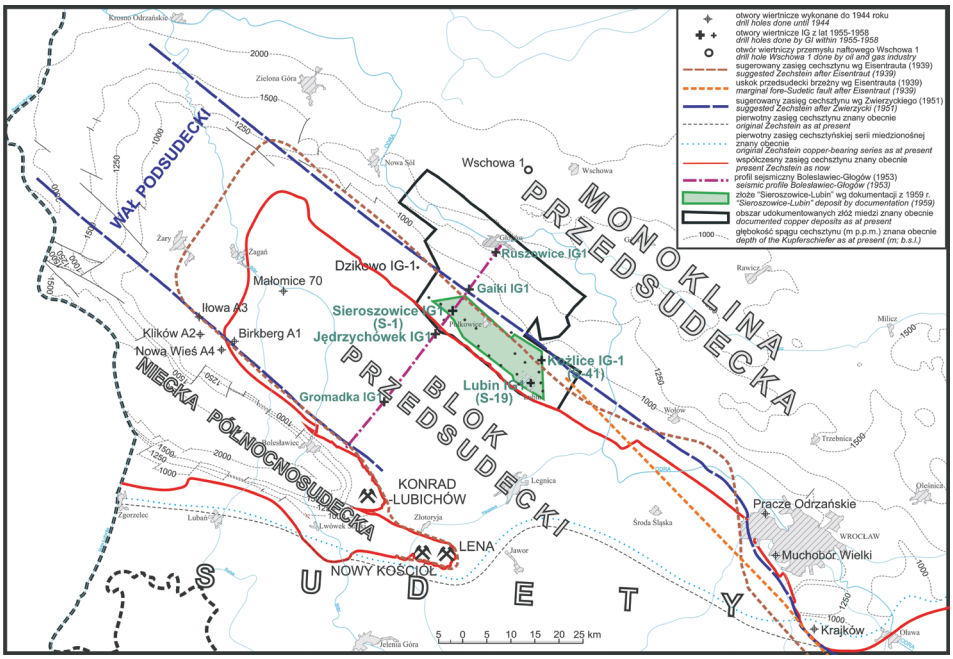


Fig. 1. Stan wiedzy o cechsztynie Dolnego Śląska do 1951 roku i pierwsze wyniki poszukiwań złóż rud miedzi z okresu odkrywania złoża Lubin-Sieroszowice (wg Oszczepalski i in. 2017)

Niestety, otwór Ruszowice, wykonany w końcu 1955 r., wskutek awarii utknął na głębokości 400 m w utworach pstrego piaskowca, przed osiągnięciem planowanej głębokości 500 m. Następne wiercenie w Gaikach (1956 r.) również nie dostarczyło spodziewanych wyników, gdyż aparat wiertniczy uległ awarii i otwór został zlikwidowany po dowierceniu się do utworów pstrego piaskowca na głębokości około 600 m (jak się okazało potem – 350 m nad złożem). O brak pozytywnych wyników w otworach Ruszowice i Gaiki obwiniano Wyżykowskiego, a na forum publicznym zaczęła dominować teza o bezcelowości prowadzenia dalszych prac poszukiwawczych (Rydzewski 2007). Niespodziewanym sprzymierzeńcem kontynuacji prac wiertniczych okazała się Uchwała Rządu Nr 1018/55 z dnia 17 grudnia 1955 r, na mocy której Centralny Urząd Geologii wydał zarządzenie zobowiązujące Instytut Geologiczny do przeprowadzenia poszukiwań i udokumentowania w kategorii C_2 dwóch złóż miedzi, o łącznych zasobach minimum 400 tys. t miedzi, w terminie do 31 sierpnia 1959 r. W związku z tym, od 1956 r. w skład Pracowni Miedzi weszli nowi pracownicy: W. Adamski, E. Gospodarczyk, W. Jórczak, E. Metlerski i A. Rydzewski.

Równocześnie z poszukiwaniami rud miedzi prowadzonymi przez Instytut Geologiczny przemysł naftowy rozpoczął na monoklinie przedsudeckiej poszukiwania węglowodorów. Pionierskim otworem był odwiert Wschowa 1, wykonany przez przemysł naftowy w 1956 r. 28 km na północny wschód od planowanego otworu Sieroszowice S-1 oraz 13 km na północny wschód od obecnej północno-wschodniej granicy udokumentowanego złoża monokliny przedsudeckiej (Fig. 1). Otwór ten stał się istotnym argumentem za kontynuacją programu poszukiwań rud miedzi na całym obszarze monokliny przedsudeckiej, gdyż w otworze tym po raz pierwszy na obszarze centralnej części monokliny przedsudeckiej stwierdzono na głębokości 1933 m występowanie interwału miedzionośnego o miąższości 17 cm i zawartości 1,94% Cu (Wyżykowski 1958). Następne wiercenie Instytut Geologiczny zaplanował wykonać na południe od otworu Gaiki. Tym kolejnym, czwartym wierceniem został otwór wiertniczy w Sieroszowicach, który dokonał odkrycia największego europejskiego złoża rud miedzi, przewiercając rudę łupkową 23 marca 1957 r. Temu odkrywczemu otworowi, znanemu początkowo jako Sieroszowice (Wyżykowski 1958) lub Sieroszowice IG 1, w trakcie późniejszego dokumentowania nadano nazwę Sieroszowice S-1 (Fig. 1). W otworze tym ujawniono obecność interwału złożowego o miąższości 1,96 m i średniej zawartości 1,50% Cu.

Na podstawie dotychczasowych wyników, możliwe stało się wykonanie następnych otworów usytuowanych po przewidywanej rozciągłości spągowych warstw cechsztynu: Lubin IG 1 (S-19) i Koźlice IG 1 (S-41), które określiły wschodnią granicę złoża. Niezwykle istotnym otworem dla dalszego przebiegu dokumentowania złoża okazał się otwór Jędrzychówek IG 1, wykonany wzdłuż profilu sejsmicznego na SW od otworu Sieroszowice IG 1 (Fig. 1), bowiem w otworze tym pod kenozoikiem o łącznej miąższości 353 m nawiercono skały metamorficzne. Informacja ta umożliwiła wyznaczenie północnej granicy bloku przedsudeckiego (Wyżykowski 1961), co zadecydowało o sposobie prowadzenia dalszej eksploracji wiertniczej. W ramach pierwszej *Dokumentacji geologicznej złoża rud miedzi Sieroszowice-Lubin w rejonie Głogowa i Legnicy w kategorii* C_2 zbadano

rdzenie z 24 otworów, z których 17 było bilansowych, 3 pozabilansowe i 4 negatywne (z uwzględnieniem ówczesnych kryteriów wyznaczania interwałów rudy bilansowej (minimalna średnia zawartość Cu ≥ 0,9% przy zasobności ≥ 45 kg/m^2 lub minimalna średnia zawartość Cu ≥ 1,5% przy zasobności ≥ 30 kg/m^2, przy brzeżnej zawartości w próbce 0,9% Cu i maksymalnej głębokości 1000 m; dla rudy pozabilansowej średnia zawartość miedzi powinna mieścić się w przedziale 0,3–0,9% Cu). Wśród otworów negatywnych, otwory Dzikowo IG 1 i Jabłonów S-14 ujawniły obecność płonnych utworów utlenionych Rote Fäule, a w otworach Jędrzychówek IG 1 i Olsza IG 1 nie stwierdzono cechsztynu (Wyżykowski 1959). Badania petrograficzne mineralizacji kruszcowej wykonał A. Rydzewski. W dokumentacji tej wykazano istnienie złoża na głębokości w zakresie od 400 do 1000 m, o zasobach w ilości 1364,65 Mt rudy o średniej zawartości 1,42% Cu i miąższości w granicach 0,23–13,07 m, zawierającej 19,34 Mt miedzi i około 36 tys. t srebra, o długości około 28 km i szerokości 6 km, na powierzchni 175 km^2. W dniu 4 kwietnia 1959 r., zaledwie 2 lata po odkryciu, dokumentacja ta została przedstawiona do zatwierdzenia przez Prezesa Centralnego Urzędu Geologii. We wnioskach z prac dokumentacyjnych podkreślono konieczność realizacji nowych wierceń i badań, słusznie przewidując możliwość znacznego powiększenia zasobów na obszarach przylegających do udokumentowanego złoża Sieroszowice-Lubin.

Odkryte złoże jest unikatem w skali światowej i stanowi największe w powojennej Europie osiągnięcie w historii poszukiwań (Wyżykowski 1958; Gospodarczyk 1976; Rydzewski 1996, 2007; Kaczmarek i Rożek 2006; Oszczepalski 2017). Dopiero po dokonaniu tego odkrycia, Kölbel (1958) opublikowała nowy, nieznany wcześniej geologom niemieckim zasięg bloku przedsudeckiego, zapożyczony z cytowanego przez autorkę artykułu Wyżykowskiego (1958). Za odkrycie i udokumentowanie w kat. C_2 złoża rud miedzi Lubin-Sieroszowice, Nagrodę Państwową I stopnia otrzymał w 1966 roku zespół w składzie: J. Wyżykowski, W. Adamski, F. Ekiert, A. Graniczny, R. Osika, A. Rydzewski, A. Tokarski, J. Tomaszewski, E. Wutcen i J. Zwierzycki.

Wkrótce po odkryciu, w 1961 r. powołano Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi w Lubinie, który przejął obowiązki inwestora dalszej eksploracji, a jej realizację powierzono Przedsiębiorstwu Geologicznemu w Krakowie.

W kolejnych latach, Państwowy Instytut Geologiczny kontynuował poszukiwania wiertnicze w bliższym i dalszym otoczeniu udokumentowanego złoża (Fig. 2), początkowo wokół północno-zachodniego krańca bloku przedsudeckiego (Wyżykowski 1961), a potem – zgodnie z *Generalnym projektem poszukiwań złóż rud miedzi* z 1964 r. (autorstwa J. Wyżykowskiego) – w rejonie na wschód od Wrocławia. Wykonane nieco później w rejonie Głogów-Ścinawa otwory: Głogów IG 1 i Gawrony IG 1, umożliwiły wstępne rozpoznanie zupełnie wówczas nieznanego rejonu sąsiadującego od północy z odkrytym złożem oraz oszacowanie zasobów perspektywicznych w tym rejonie o powierzchni 192 km^2 na 916 Mt rudy na głębokości 1300–1500 m. Prognoza ta była oczekiwana, bowiem w 1968 r. dokonano przekazania kopalń Lubin i Polkowice do wstępnej eksploatacji, co zaowocowało skokowym rozwojem krajowej wiedzy i techniki górniczej, pozwalającej na

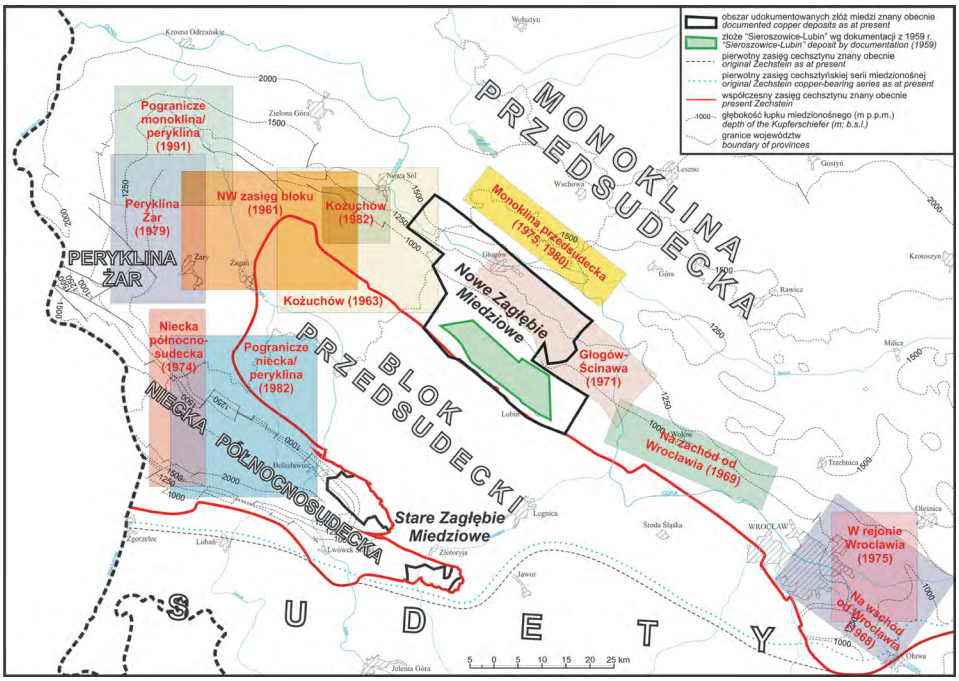


Fig. 2. Realizacja przez PIG-PIB programów wiertniczych poszukiwań złóż rud miedzi w okresie od 1957 do 1992 roku na obszarze SW Polski, w nawiasach daty wykonania końcowych opracowań (wg Oszczepalski i in. 2017)

zbudowanie nowoczesnego przemysłu w zakresie „polskiej miedzi" wraz z zaplanowaniem wykorzystania głębiej zalegających zasobów.

Rosnące światowe zapotrzebowanie na metale spowodowało potrzebę sporządzenia długofalowego programu poszukiwań złóż rud miedzi. Następny etap prospekcji rozpoczął opracowany w 1974 r. przez J. Wyżykowskiego *Projekt poszukiwań cechsztyńskich rud miedzi na obszarach zachodniej części monokliny przedsudeckiej, perykliny Żar i niecki północnosudeckiej*, który skutkował realizacją prac wiertniczych w wymienionych rejonach. W jego wykonaniu uczestniczyli: J. Wyżykowski (do momentu jego nagłej śmierci w październiku 1974 r.), A. Rydzewski (kierownik Zakładu Geologii Złóż Rud metali), E. Gospodarczyk (kierownik Pracowni Miedzi) i E. Metlerski (Fig. 3) oraz J. Strzeliński, S. Oszczepalski, H. Ważny, M. Kado i H. Chojęta. W następnych latach (1975–1991) wykonano pod kierownictwem A. Bossowskiego, E. Gospodarczyka, S. Oszczepalskiego i A. Rydzewskiego 26 otworów poszukiwawczych na pograniczu perykliny Żar i niecki północnosudeckiej, w rejonie Kożuchowa oraz na pograniczu monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar (Fig. 2). Oprócz realizacji programów wiertniczych, ogromną uwagę poświęcono sformułowaniu regionalnych i lokalnych prawidłowości rozkładu mineralizacji



Fig. 3. Jan Wyżykowski ze współpracownikami z Zakładu Geologii Złóż Rud Metali (luty 1970 r.), od lewej: A. Rydzewski, E. Osipiak, R. Kacprzak, E. Metlerski, M. Lindner, E. Gospodarczyk, C. Dębińska, S. Przeniosło, J. Wyczółkowski, H. Pudłowska, J. Kołodziejczyk, J. Wyżykowski

w Polsce. Najistotniejsza z nich – przywiązanie ciał rudnych do zasięgu obszarów z utworami wtórnie utlenionymi Rote Fäule (Rydzewski 1978; Oszczepalski i Rydzewski 1983) – stanowi do chwili obecnej podstawę strategii poszukiwawczej stratoidalnych złóż Cu-Ag w obrębie cechsztyńskiej serii miedzionośnej.

W związku z transformacją ustrojową, od 1992 r. Państwowy Instytut Geologiczny przestał realizować wiercenia poszukiwawcze za rudami miedzi. W celu podtrzymania stałego dopływu nowych danych, instytut zintensyfikował badania dostępnych rdzeni przemysłu naftowego. Założona w 1989 r. i stale uzupełniana baza danych metalogenicznych z ponad 1600 otworów umożliwiła w późniejszym okresie wykonanie wielu ocen perspektyw występowania mineralizacji kruszcowej w SW Polsce i na pozostałym obszarze polskiego cechsztynu (Rydzewski 1978; Oszczepalski i Rydzewski 1983, 1997; Speczik i in. 2007; Oszczepalski i Speczik 2011; Oszczepalski i Chmielewski 2015; Oszczepalski i in. 2016, 2017). Wskazywano w nich na możliwość istnienia kilku bogatych pasów miedzionośnych, przede wszystkim pomiędzy Mozowem i Nowym Zagłębiem Miedziowym oraz w rejonie Sulmierzyc. Poza tym określono regionalne rozprzestrzenienie mineralizacji Au-Pt-Pd, przywiązanej przede wszystkim do utlenionych utworów cechsztyńskiej serii miedzionośnej (Oszczepalski i Chmielewski 2015).

W ostatnim czasie ukazały się nowe oceny zasobowe dla 35 obszarów perspektywicznych obecnych poza udokumentowanymi złożami rud miedzi (Oszczepalski i in. 2019, 2020). Priorytetowo potraktowane zostały obszary z zasobami prognostycznymi (Biało-

łęka, Jany-Nowa Sól-Grochowice, Kulów i Luboszyce) przylegające do zielonogórskiego obszaru utlenionego oraz do udokumentowanych złóż monokliny przedsudeckiej, stanowiące północne ich przedłużenie, gdyż mogą stanowić ich rezerwę zasobową dla nowych inwestycji górniczych (Fig. 4). Oszacowano, że na tych obszarach o łącznej powierzchni około 415 km^2 mogą znajdować się rudy Cu-Ag zawierające łącznie 42 Mt Cu i 174 tys. t Ag w zakresie głębokości 1400–2200 m (Oszczepalski i in. 2019). Zwrócono także uwagę na znaczne zasoby perspektywiczne przyległe do ostrzeszowskiego obszaru utlenionego we wschodniej części monokliny przedsudeckiej (Dębnica, Henrykowice, Janowo, Sulmierzyce).

O znacznym zainteresowaniu inwestycjami w obrębie wyznaczonych obszarów perspektywicznych świadczą sukcesywnie przyznawane koncesje poszukiwawcze (Oszczepalski i in. 2016, 2019, 2020; Fig. 4). W kilku z nich firma Canadian Miedzi Copper Corporation (pod kierownictwem S. Speczika) zrealizowała projekty wiertnicze, zgodnie

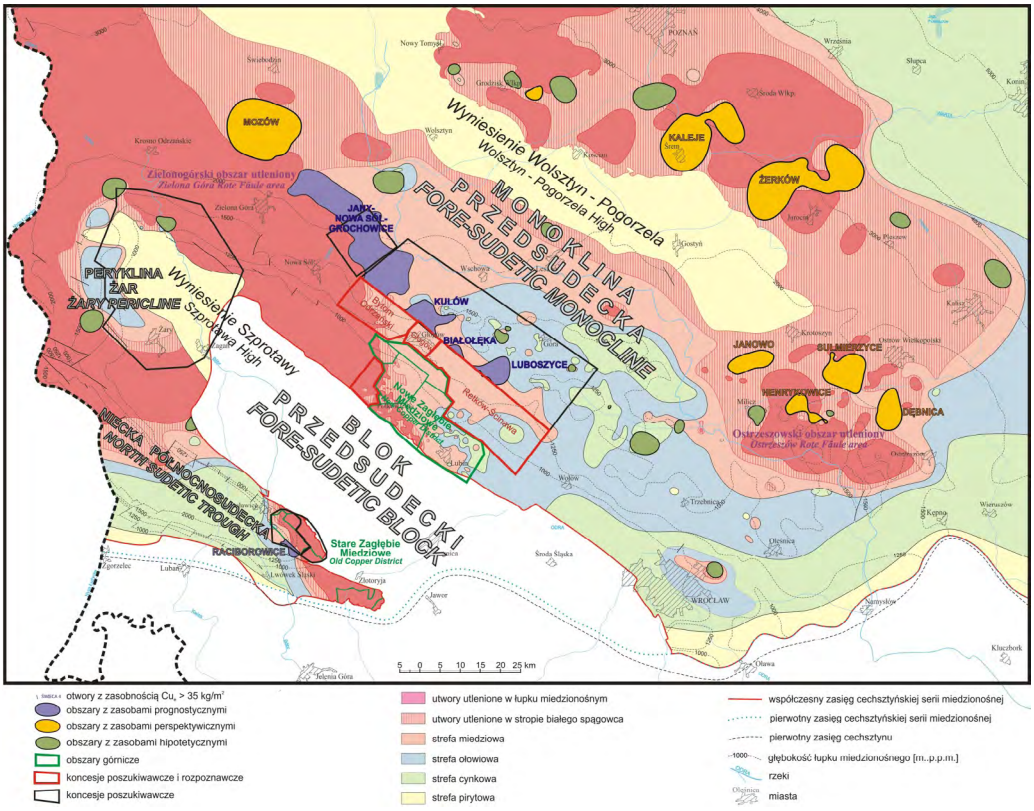


Fig. 4. Obszary perspektywiczne występowania mineralizacji Cu-Ag i koncesje poszukiwawcze na tle rozmieszczenia utworów utlenionych i strefowości metalicznej w utworach cechsztyńskiej serii miedzionośnej SW Polski (wg Oszczepalski i in. 2019 ze zmianami wg stanu na 2023 r.)

z którymi w latach 2013–2019 wykonano 33 odwierty (Speczik i in. 2021). Ich końcowym rezultatem było udokumentowanie zasobów geologicznych bilansowych rud Cu-Ag w rozpoznanych złożach: Mozów, Nowa Sól i Sulmierzyce Północ (Szuflicki i in. 2023). W złożach tych wykazano, odpowiednio, 223,59 Mt rudy zawierającej 4,27 Mt Cu i 5,72 tys. t Ag (na głębokości do 2537 m), 846,26 Mt rudy, 10,96 Mt Cu i 35,32 tys. t Ag (do 2160 m) oraz 267,17 Mt rudy o zawartości 5,43 Mt Cu i 6,87 tys. t Ag (do 2060 m). Ponadto, Kompania Górnicza Amarante przeprowadziła poszukiwania wiertnicze na peryklinie Żar, umożliwiające udokumentowanie zasobów bilansowych w złożu Żary w wysokości 76,69 Mt rudy zawierającej 1,28 Mt Cu i 5,80 tys. t Ag (na głębokości do 1250 m).

Udokumentowane zasoby rud Cu-Ag są stopniowo wyczerpywane. Szacując wystarczalność statyczną dla obecnych zasobów bilansowych w złożach zagospodarowanych monokliny przedsudeckiej w ilości 1507 Mt rudy można sądzić, że przy istniejącym poziomie wydobycia zasoby te zapewniają trwałość produkcji na około 50 lat. Wydłużenie tego okresu będzie wymagało optymalnego wykorzystania zasobów w złożach udostępnionych kopalniami, objęcia eksploatacją złóż niezagospodarowanych oraz wykorzystania głębiej położonych złóż perspektywicznych (Fig. 4). Wobec realnych już możliwości prowadzenia eksploatacji na znacznych głębokościach sięgających 2000 m Speczik i in. 2021), nieosiągalnych dotąd w polskim górnictwie miedziowym, niezwykle istotna jest wyprzedzająca aktualizacja szacunków zasobowych dla obszarów perspektywicznych, poprzez badania dostępnych rdzeni archiwalnych wierceń, uzupełniana prospekcją wiertniczą, nie tylko w najbliższym otoczeniu udokumentowanych złóż rud Cu-Ag, lecz także na pozostałych obszarach Dolnego Śląska i Wielkopolski. Niezbędne jest ustalenie granic obszarów utlenionych oraz dokładnego przebiegu granic obszarów perspektywicznych i dokumentowanych złóż, możliwych do zagospodarowania w dalszej kolejności przez górnictwo miedziowe. Utrzymanie w przyszłości bezpieczeństwa surowcowego Polski będzie wymagać zagospodarowania nie tylko północnych fragmentów złóż udokumentowanych do głębokości 1250 i 1500 m, lecz także złóż znajdujących się na większych głębokościach, pozyskania nowych koncesji górniczych, zastosowania innowacyjnej technologii oraz stworzenia sprzyjających warunków inwestycyjnych w ramach długoterminowej strategii surowcowej.

Literatura

Eisentraut O. 1939. Der niederschlesische Zechstein und seine Kupferlagerstätte. Arch. Lagerst.-Forsch. 71, 1–116.

Gospodarczyk E. 1976. Z dziejów badań i poszukiwań złóż rud miedzi w Polsce w ostatnim 30-leciu. Przegląd Geologiczny 24(4), 181–185.

Kaczmarek W., Rożek R. 2006. Historia poszukiwań i rozpoznania złóż rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej w okresie powojennym. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały 117(32), 113–121.

Kölbel H. 1958. Zur Stratigraphie und Erzführung des Zechstein 1 (Werra-Serie) in Südbrandenburg und in der Subsudetischen Zone. Z. Angew. Geol. 4(11), 504–508.

Oszczepalski S., Chmielewski A. 2015. Zasoby przewidywane surowców metalicznych Polski na mapie w skali 1: 200 000 – miedź, srebro, złoto, platyna i pallad w utworach cechsztyńskiej serii miedzionośnej. Przegląd Geologiczny 63(9), 534–545.

Oszczepalski S., Chmielewski A., Speczik S. 2017. Zmienność mineralizacji kruszcowej w rejonie północno-zachodniego przedłużenia złoża Lubin-Sieroszowice. Biuletyn PIG 468, 109–141.

Oszczepalski S., Rydzewski A. 1983. Miedzionośność utworów permu na obszarze przylegającym do złoża Lubin-Sieroszowice. Przegląd Geologiczny 31(7), 437–444.

Oszczepalski S., Rydzewski A. 1997. Atlas metalogeniczny cechsztyńskiej serii miedzionośnej w Polsce. PIG, Wyd. Kartogr. Polskiej Agencji Ekologicznej SA, Warszawa.

Oszczepalski S., Speczik S. 2011 – Rudy miedzi i srebra. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.XII.2009 r. (red. S. Wołkowicz, T. Smakowski, S. Speczik), 76–93. PIG Warszawa.

Oszczepalski S., Speczik S., Małecka K., Chmielewski I.A. 2016. Prospective copper resources in Poland. Miner. Res. Manag. 32(2), 5–30.

Oszczepalski S., Speczik S., Zieliński K., Chmielewski A. 2019. The Kupferschiefer Deposits and Prospects in SW Poland: Past, Present and Future. Minerals 9, 592, 1–42.

Oszczepalski S., Markowiak M., Chmielewski A. 2020. Rudy miedzi i srebra. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2018 r. (red. K. Szamałek, M. Szuflicki, W. Mizerski). PIG-PiB, 127-151.

Rydzewski A. 1978. Facja utleniona cechsztyńskiego łupku miedzionośnego na obszarze monokliny przedsudeckiej. Przegląd Geologiczny 26(2), 102–108.

Rydzewski A. 1996 – Historia odkrycia Nowego Zagłębia Miedziowego. [W:] Monografia KGHM Polska Miedź SA (red. A. Piestrzyński), 29–36.

Rydzewski A. 2007 – 50-lecie odkrycia złoża Lubin-Sieroszowice. Przegląd Geologiczny 55(9), 716–718.

Speczik S., Oszczepalski S., Nowak G., Karwasiecka M. 2007. Cechsztyński łupek miedzionośny – poszukiwania nowych rezerw. Biuletyn PIG 423, 173–188.

Speczik S., Zieliński K., Bieńko T., Pietrzela A. 2021. The prospecting strategy for a deep Cu-Ag ore deposit in Poland An anatomy of success. Ore Geol. Rev. 131.

Szuflicki M., Malon A., Tymiński M. (red.). 2023. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2022 r. PIG-PiB.

Wyżykowski J. 1958. Poszukiwanie rud miedzi na obszarze strefy przedsudeckiej. Przegląd Geologiczny 6(1), 17–22.

Wyżykowski J. 1961. Północno-zachodni zasięg krystalinikum bloku przedsudeckiego i możliwości poszukiwań cechsztyńskich rud miedzi w tym rejonie. Przegląd Geologiczny 9(4), 182–186.

Zwierzycki J. 1951. Sole potasowe na północ od Wrocławia. Prace PIG 7, 257–295.

Złoża rud miedzi w Polsce – ich geneza i mineralogia

Adam Piestrzyński[1], Jadwiga Pieczonka[1], Władysław Zygo[1], Krzysztof Foltyn[1], Gabriela Kozub-Budzyń[1]

[1] Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im Stanisława Staszica w Krakowie

Wprowadzenie

W trakcie postępującej przez dekady eksploatacji rud miedzi ze złóż typu *Kupferschiefer* w Niemczech oraz Polsce opracowywano kolejne hipotezy genetyczne i modele. Do chwili obecnej udało się wyjaśnić i rozwiązać kwestię źródła pochodzenia siarki. Nadal jednak trwają dyskusje na temat źródła miedzi i innych metali występujących w złożach na monoklinie przedsudeckiej. Początkowo dominowały modele syngenetyczne prezentowane głównie przez geologów niemieckich (np.: Walther 1918, 1919; 1923; Gilitzer 1936; Kautzch, 1953; Wedephol 1964; Jung, Knitzchke, 1976) wskazujące na krystalizację siarczków z wody morskiej. Podobny model, z krystalizacją siarczków w estuariowym typie sedymentów, był prezentowany przez Brongersma-Sanders (1966). Tego typu spojrzenie dominowało we wczesnym okresie dyskusji, nad badaniem złóż w polskiej części basenu cechsztyńskiego (Konstantynowicz 1965, 1971; Harańczyk 1972; Tomaszewski 1981, 1986; Sawłowicz 1990).

Drugą grupę stanowią modele diagenetyczne. Tworzenie się złoża w warunkach wczesnej diagenezy dokumentowali Rentzch (1974), Brown (1978), Mayer i Piestrzyński (1985), Haynes (1986a i b), Haynes i Bloom (1987a i b) oraz Oszczepalski (1989). Warunki późnej diagenezy prezentowane są w pracach Jowett (1986), Jowett i in. (1987a), Hammer i in. (1990), Oszczepalski, Rydzewski (1991) oraz Bechtel i Pűttmann (1991). W miarę rozszerzania się eksploatacji przybywało coraz więcej dokładnych danych. Pojawiły się dwie prace wskazujące na powstawanie złoża w warunkach wczesnej i późnej diagenezy (Michalik 1995; Michalik i Sawłowicz 2001).

Teoria sedymentacyjno-hydrotermalna prezentowana była w pracach Ekiert (1958); Wyżykowski (1971) i wskazywała na model mieszany powstawania złóż. Zakłada się w nim, że złoże powstało poprzez precypitację siarczków w wodach zastoiskowych, przy udziale bakterii. Tworzenie się złoża trwało również w trakcie diagenezy. Metale pochodziły z utworów magmowych, zlokalizowanych pod monokliną przedsudecką na głębokości 15 km. Systemy tektoniczne były odpowiedzialne za dostarczanie zmineralizowanych roztworów do utworów permskich. Teoria Ekierta nabiera nowego znaczenia, jeśli zapoznać się z geofizycznym modelem głębokiego podłoża (Fig. 2.5.2; 2.5.3 i 2.5.4, [W:] Koblański 1980, 1994, 2007). Podwójne anomalie geofizyczne występują w podłożu unikalnych, światowej klasy złóż np. *Olympic Dam* w Australii (Cu, Zn, Pb, Au, U).

Końcówka XX wieku i nowsze badania sugerują wielostadialną genezę, na którą składałyby się trzy etapy: syngenetyczna akumulacja pirytu i łupku miedzionośnego; epigenetyczna zamiana pirytu w chalkopiryt pod wpływem kwaśnych, ascenzyjnych roztworów, pochodzących z podłoża; przemiana chalkopirytu poprzez roztwory descenzyjne, które spowodowały lokalną redepozycję i krystalizację stref bogatych w siarczki. Pierwsze prace na ten temat pojawiły się już znacznie wcześniej (por. Beyschlag 1900, 1920). Po przejrzeniu tysięcy preparatów w świetle odbitym trudno jest zauważyć opisane wyżej procesy (Mayer i Piestrzyński 1985). W większości przypadków opisywane modele dotyczyły wieloetapowych krystalizacji siarczków na etapie późnej diagenezy (Vaughan i in. 1989; Wodzicki i Piestrzyński 1994). Wieloetapowe modele koncentracji metali i z udziałem różnych roztworów, gdzie bez większego znaczenia był etap syngenetyczny, przedstawiane były w wielu publikacjach np. Wodzicki i Piestrzyński (1994) oraz Piestrzyński, Pieczonka, (1997); Pieczonka, (2000); Pieczonka i Piestrzyński (2001); Piestrzyński i Wodzicki (2000); Michalik i Sawłowicz (2001); Piestrzyński i in. (2002, 2004). Model depozycji siarczków na granicy dwóch różnych solanek proponowali Davidson (1962) Kucha i Pawlikowski (1986). Model z depozycją metali szlachetnych oraz utlenieniem i lokalną redepozycją istniejącego już złoża rud miedzi to głównie prace zespołu z AGH (Piestrzyński 1996a, b; 2008a; Piestrzyński, Pieczonka 1997, 2001; Pieczonka i Piestrzyński 2005; Pieczonka i in. 2008, 2019). Tektogenetyczny model złoża zaproponowany przez Bogacza (2001), który wpisuje się dobrze w genezę diagenetyczną, sygnalizowany był również w publikacji Blundell i in. (2003). Wyniki datowań siarczków miedzi ze złóż na monoklinie przedsudeckiej metodą Re-Os również wydają się sugerować wydłużony i wielostadialny okres powstania mineralizacji (Alderton i in. 2016; Mikulski i Stein 2017).

Podejmując dyskusję na temat rozpoznania i genezy złóż tego typu, należy zapoznać się również z szeregiem prac geologów współpracujących z prof. St. Speczikiem, które ukazały się na przełomie lat 80. i 90. Są to cenne opracowania dotyczące roli substancji organicznej (Speczik 1993, 1994, 1995a, b, c; Speczik i Püttmann 1987); czy prace wskazujące na możliwość odkrycia i udokumentowania nowych obszarów złożowych na monoklinie przedsudeckiej (Speczik i in.2021). Należy również pamiętać o licznych pracach prof. Z. Sawłowicza (1985, 1989a, b, 1990, 1992, 1993) oraz Sawłowicz i Kosacz (1995), Sawłowicz i Wedepohl (1992); Sawłowicz i in. (1999).

Dyskusja nad genezą złóż wymaga również dogłębnej wiedzy na temat budowy geologicznej. Problem ten przedstawiany był w pracach znamienitych geologów: (Konstantynowicz 1965, 1971; Oberc i Tomaszewski 1963; Tomaszewski 1963, 1978, 1981, 1986; Wedepohl 1964; Krasoń 1964; Nemec i Porębski 1977, 1981; Jerzykiewicz i in. 1976; Peryt 1978; Pokorski 1978; Błaszczyk 1981; Oszczepalski i Rydzewski 1987; Kłapciński i in. 1984; Kłapciński Peryt 1996).

Dyskusja nad genezą złoża

W zbiorach AGH obok 15 tys. preparatów polerowanych i kilku tysięcy tzw. okazów makro znajdują się w dalszym ciągu nieprzebadane dotąd fragmenty skał złożowych, będących podstawą do budowania modelu genetycznego. Dyskusja nad genezą złoża oparta na bazie danych, znajduje wiele problemów, które nie są udokumentowane jednoznacznie. Kompletny model genetyczny nie może skupiać się tylko na jednym wybranym aspekcie, ale musi pozwalać na całościowe spojrzenie biorące pod uwagę litologię skał złożowych, ich skład mineralny, pozycję geotektoniczną, rozmiar złoża, zasięg okruszcowania i jego zróżnicowanie, procesy zmian diagenetycznych (procesy zachodzące w czasie, np. maturacja substancji organiczne, pozycji bariery redox, wtórne utlenianie, dolomityzacja, anhydrytyzacja), gradient temperaturowy, źródła siarki i źródło/źródła metali. Ilość modeli genetycznych jest limitowana temperaturą krystalizacji głównego minerału, tj. chalkozynu, która dla fazy jednoskośnej wynosi 103,5±1,5°C (Roseboom 1966).

Strącanie siarczków miedzi z roztworów hydrotermalnych zależne było od warunków redoks, których czułym wskaźnikiem jest materia organiczna. Jeżeli pominiemy wiele szczegółów, pozycja głównego ciała złożowego, o zasobności do1,5 tony Cu na m^2 znajduje się pomiędzy wysokim OI (indeks tlenowy) i wysokim HI (indeks wodorowy) (Pieczonka i in. 2008; Pieczonka 2011). Strefa ta jest dobrze widoczna na Figurze 1, gdzie HI lokalizuje się od strony wschodniej. Jak wiemy z publikacji (Pieczonka 2011), strefa ta jest wzbogacona w okruszcowanie Pb-Zn, które, aby powstać, musi posiadać nieco silniejszy potencjał Eh. W innych rejonach eksploatacji górniczej okruszcowanie tego typu lokalizuje się na ograniczonych obszarach, tj. takich, gdzie miąższość łupków jest dwukrotnie wyższa od średniej. Granica zmiany wartości Eh lokalizuje się wtedy w strefie środkowej łupków, powodując ich dwudzielność (Fot. 1). Na granicy tych stref następuje gwałtowny wzrost okruszcowania srebrem (Fot. 2).

W skali kopalń występuje tylko pionowy typ strefowania. Wyidealizowany rozkład minerałów (od spągu do stropu złoża) to: chalkozyn – bornit – chalkopiryt – galena – sfaleryt – piryt. Bardzo często poszczególne strefy nakładają się na siebie (zobacz Pieczonka 2011). W skali poziomej podział na strefy ma taką samą charakterystykę punktową (publikacja Pieczonka 2011, Fig. 1). Wszystkie inne układy są zapewne efektem zmian zachodzących w czasie trwania diagenezy.

Fig. 6.3.1. Mapa rozmieszczenia chalkozynu w I warstwie piaskowca

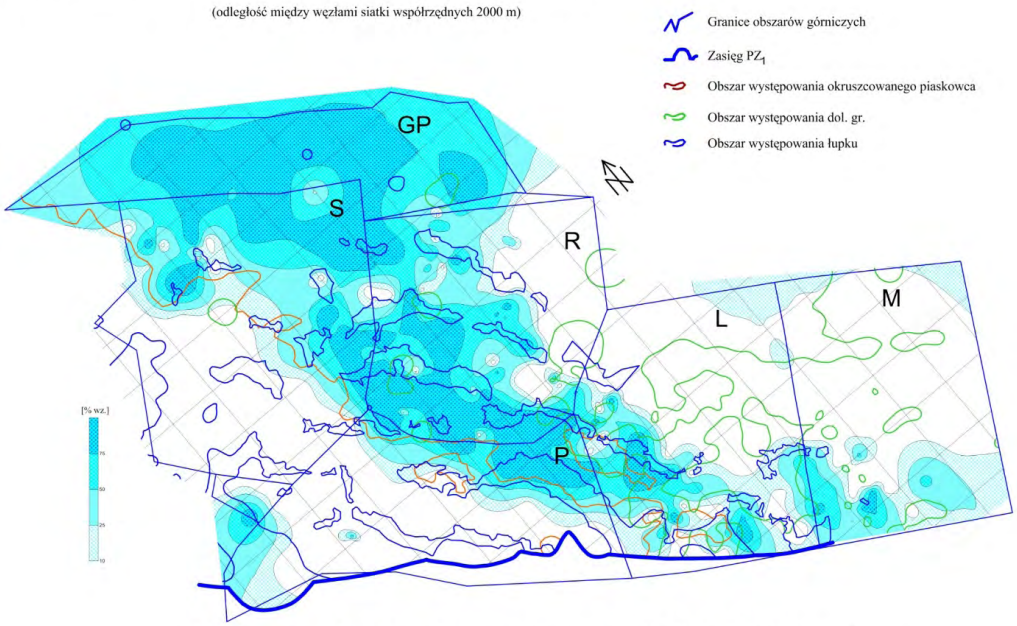
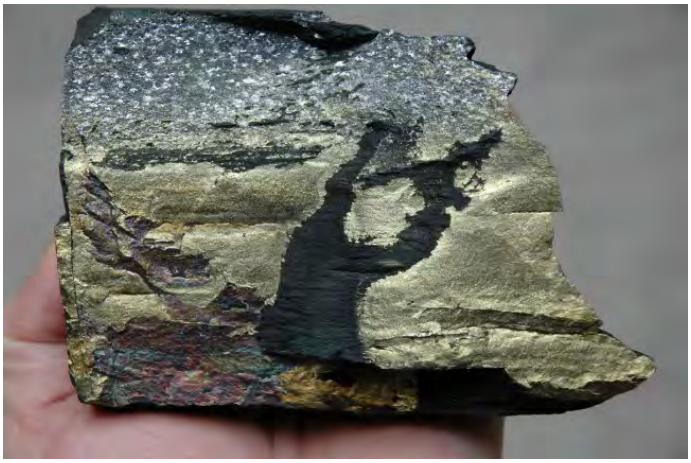


Fig. 1. Mapa rozmieszczenia chalkozynu w I warstwie stropowej piaskowca (rys. 6.3.1, Pieczonka 2011)



Fot. 1 Granica okruszcowania Cu dół fot. i Pb – góra fot. (fot. 8.23, Pieczonka 2011)



Fot. 2. Srebro rodzime z akantytem na powierzchni laminy ilastej w łupku, kop. Rudna

Kontrowersje wokół genezy złóż miedzi *Kupferschiefer*, od syngenetycznych po epigenetycznych, koncentrują się głównie na określonym typie mineralizacji, podczas gdy złoża te zawierają kilka różnych typów mineralizacji rud, które mogą dominować w różnych odmianach litologicznych skał, różnych okresach geologicznych, a nawet dominować na niektórych obszarach. Zaproponowano przebieg kilku etapów procesu mineralizacji, a znaczenie każdego z nich różni się w zależności od badacza. Procesy mineralizacji w obszarze lubińsko-głogowskim mogły obejmować okres od wczesnego cechsztynu (mineralizacja rozproszona w łupkach) do późnej jury (rudy masywne w piaskowcu) (Piestrzyński 2007; Alderton i in. 2016; Mikulski i Stein 2017). Po 60 latach eksploatacji ciągle nie ma odpowiedzi na wszystkie pytania i wciąż pojawiają się nowe zagadnienia. W ostatnich latach natrafiono na intensywne okruszcowanie Cu-Pb-Zn-Ag lokalizujące się w strefie kontaktowej Ca1-A1d (szyb GG1, Fot. 3, 4, 5), zdominowane przez masywny kowelin, któremu towarzyszą galena, sfaleryt (wzbogacony w Cd oraz Hg), piryt, pirotyn, akantyt, jalpait oraz argyrodyt (Ag_8GeS_6). Sfaleryt z tej strefy zawiera ponad 6% Cd i wykazuje fioletową katodoluminescencję. Siarczek ten występujący w strefie złożowej zawiera Cd na poziomie 0,1–0,6%.

Jednym z głównych elementów w dyskusji nad modelem genetycznym, jest również następstwo występowania zespołów mineralnych oraz wskazanie zjawisk i/lub procesów, w których taka zmiana następuje. W tej grupie można wskazać na procesy dolomityzacji, zastępowania bakteryjnego siarczanów, nieuchwytnego procesu maturacji substancji organicznej, rozciągniętych w czasie procesów diagenezy i generalnie procesów zastępowania szkieletu ziarnowego piaskowca i matrycy węglanowej.

Uchwycenie procesu dolomityzacji jest trudne, gdyż w strefie złożowej jest ono powszechne. Jak wiadomo, proces dolomityzacji wyzwala około 13% dodatkowej wolnej



Fot. 3. Kontakt wapienia Ca1 z anhydrytem A1d, szyb GG1, fot. luty 2023



Fot. 4. Okruszcowany fragment z fot.3, szyb GG1, fot. luty 2023



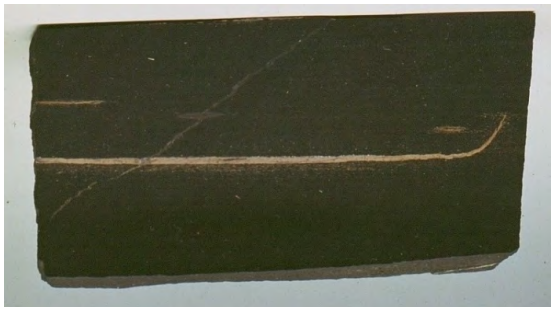
Fot. 5. Masywne okruszcowanie kowelinowo-galenowo-sfalerytowe z kontaktu Ca1-A1d (szyb GG1, fot. 2023)



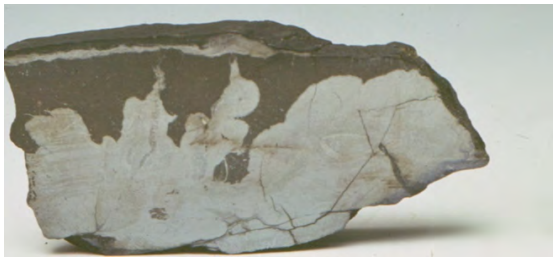
Fot. 6. Fragment łupku, w którym dolny fragment jest łupkiem kalcytowym a górny łupkiem dolomitowym, w którym można zauważyć niskokątowe ścięcia, kop. Rudna 1976 r.

przestrzeni, co jest różnicą w wielkości komórek elementarnych węglanów i jednocześnie wytworzeniem możliwości komunikacji i przepływu śródwarstwowego roztworów. Na Fotografii 6 można zauważyć wyraźną strefę okruszcowania siarczkami miedzi, która koncentruje się na granicy łupku kalcytowego i dolomitowego. Ponadto widoczne są niskokątowe ścięcia zabliźnione chalkozynem, które niewątpliwie powstały w zlityfikowanej skale. Pozycja okruszcowania wskazuje na jego początek po dolomityzacji kompleksu węglanowego Ca1. W masywnym chalkozynie widoczne są relikty dolomitowe, zaś żyłka bornitowa przecina diagenetyczny francolit. Znaczącym krokiem w dyskusji genetycznej było wycofanie Prof. Amstutz'a z hipotezy syngenetycznego powstawania okruszcowania w systemie *Kupferschiefer*, co nastąpiło po obejrzeniu dwóch okazów (por. Fot. 7 i 8) w trakcie wykładu na Uniwersytecie w Heidelbergu w 1987 r.

Od ponad 40 lat trwa dyskusja na temat pozycji bogatego okruszcowania występującego w pobliżu elewacji białego spągowca. Rozmieszczenie okruszcowania w pobliżu elewacji centralnej w kop. Rudna wskazuje na masowy charakter tego zjawiska (Fig. 2). W obrazach kopalnianych (Fot. 9 i 10) widoczne są wyraźnie zmiany w intensywności okruszcowania oraz pozycja strukturalna (Fot. 10). W strefach występowania piaskowców o spoiwie anhydrytowym miąższość złoża sięga nawet 26 m (Mayer i Piestrzyński 1985; Piestrzyński 1996b). Niewątpliwie okruszcowanie masywne jest młodsze od okruszcowania rozproszonego i lamin kruszcowych obecnych w białym piaskowcu (por. Fot. 10). Badania izotopowe siarki siarczanowej ze stref elewacji wskazują na siarkę występujących tu siarczanów na znacznie lżejszą od izotopów siarczanów ewaporatowych. Również izotopy masywnego chalkozynu z masywnych siarczków lokalizujących się w pobliżu elewacji wskazują na znaczny udział siarki cięższej mającej źródło w siarczanach (zob. Pieczonka 2011).



Fot. 7. Żyłka bornitowa w łupku, kopalnia Rudna



Fot. 8. Masywny chalkozyn w dolomicie granicznym, kop. Rudna

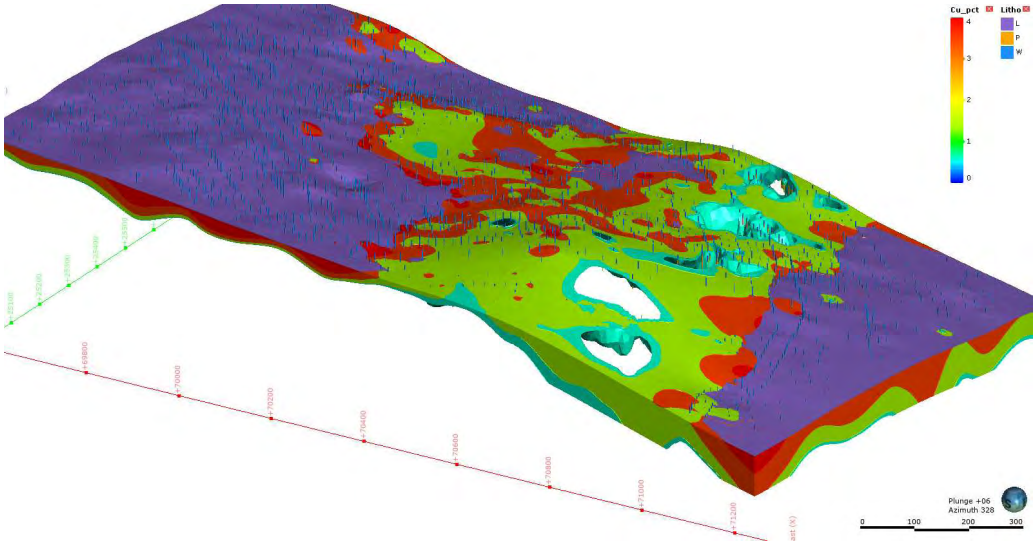


Fig. 2. 3D model fragmentu elewacji centralnej, kop. Rudna, fioletowym kolorem zaznaczono horyzont łupku, zaś czerwony wskazuje na wyraźne wzbogacenia w siarczki Cu (Zygo 2023, w przygotowaniu)



Fot. 9. Gniazdowe skupienia siarczków w strefie elewacji Rudnej Północnej (fot. 2019)

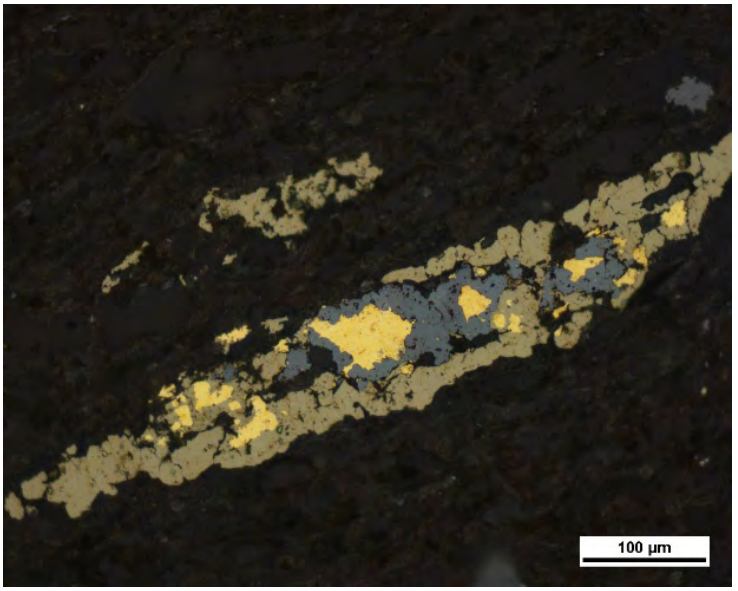


Fot. 10. Powiększenie jednego z gniazd chalkozynowych z Fot. 9.

Głębienie szybu GG1 na obszarze Głogowa Przemysłowego pozwoliło na obserwacje czerwonego spągowca w strefie elewacji. W czerwonym spągowcu stwierdzono obecność markasytu. Występuje on w towarzystwie thucholitu i castaingitu tworzących pierścieniowe formy o strefowości podobnej do głównej strefy redoks. Formy takie powstają na etapie diagenezy osadów zawierających fragmenty flory i fauny. Przy transformacji substancji organogenicznych powstają gazy, które spontanicznie wywołują ekspulsje powodujące



Fot. 11. Czerwone plamy systemy SOS w stropie piaskowca, kop. Sieroszowice, Fot. 2019



Fot. 12. Zrost Au-rodzimego (żółte) z hematytem i chalkopirytem, kop. Sieroszowice

rozluźnienie szkieletu ziarnowego a tym samym zwiększenie porowatości kanalikowej (Räss 2018). W takie przestrzenie wnikają roztwory i gazy ze strefy złożowej, nawet na głębokość kilkudziesięciu metrów.

Okruszcowanie metalami szlachetnymi lokalizujące się w strefie wtórnego utlenienia w SW części obszaru złożowego, znane jest z wielu opracowań i publikacji. System

nazwany SOS *(Secondary Oxidation System*) został rozpoznany w trakcie rutynowych prac geologicznego rozpoznania wykonywanego na zlecenie KGHM PM SA. Monograficzne opracowanie zostało opublikowane w Roczniku PTG (Pieczonka i in 2008). Charakterystyczne cechy tego systemu to obecność wtórnych czerwonych plam poniżej horyzontu miedziowego (Fot. 11), niska zawartość TOC (*Total organic carbon*), obecność systemu mineralnego z Au-rodzimym wysokiej próby i arsenkami Pd w asocjacji z selenkami Pb i Cu, obecnością tellurków i hydrotermalnego hematytu (Fot. 12) (Pieczonka i in. 2002).

Unikalny rozległy obszarowo system złożowy obecny na granicy litostratygraficznej dolnego i górnego permu nie jest jedynym znanym. Permo/Mezozoiczny system Mitu obecny w Ameryce Południowej ma ponad 2000km długości i zaczyna się w Kolumbii (w obrębie Kordyliery Wschodniej Andów) i przebiega przez Ekwador, Peru aż do Chile i Argentyny Kopalnie z okresu inkaskiego obecne są w Peru. W ostatnich latach projekty poszukiwacze w basenie *Cesar-Rancheria* realizowane są na duża skalę w NE Kolumbii.



Fot. 13. Łupek miedzionośny formacji Mitu, Peru – Fot. 2006



Fot. 14. piaskowiec z masywnym chalkozynem z formacji Mitu, Peru, Fot. 2006

Tabela 1. Porównanie systemów mineralnych Europy i Ameryki Południowej (wg Piestrzyński i in. 2006, uzupełnione)

	Formacja Mitu	Kupferschiefer
Geologia	osady klastyczne bimodalny wulkanizm	płytko i głębokomorskie osady bimodalny wulkanizm
Stratygrafia	perm/trias (Peru) jura (Kolumbia)	perm jura
Litologia	piaskowce, łupki rekrystalizowane (facja zeolitowa?)	dolomity – wapienie czarne łupki, ilasto węglanowe i organiczno-ilaste piaskowce
Mikrotektonka	obecna	obecna
Minerały kruszcowe	siarczki (chalkozyn, bornit, kowelin) tlenki 15 faz mineralnych Cu-rodzime w Kolumbii	siarczki (chalkozyn, bornit, chalkopiryt, kowelin) metale rodzime tlenki arsenki thiosiarczany 140 faz mineralnych
Tekstury	rozproszone	rozproszone do masywnych
Substancja organiczna	obecna (do kilku procent), dwa typy	obecna (średnio 7,33%), dwa typy
Bariera redox	obecna	obecna
Diageneza	– silifikacja – albityzacja – serycytyzacja – zeolityzacja – utlenianie	– dolomityzacja – silifikacja – illityzacja – anhydrytacja – utlenienie
Temperatura przemian	150–210°C	70–100°C
Cu	historyczna eksploatacja inkaska	eksploatacja od średniowiecza (0,8–2,3%)
V	niska	wysoka, do 0,X%
Izotopy siarki	–6,0–49,1 $\delta^{34}S$‰	–-15 to –45 $\delta^{34}S$‰
Ag	wysoka	wysoka
Au	niska	niska w złożu Cu, wysoka w strefie SOS
Pt + Pd	niska	niska w złożu Cu, wysoka w strefie SOS
Pozycja tektoniczna	monoklina, Basen Cesar w Columbii, uskok klasy regionalnej pasmo w obrębie Kordyliery Wschodniej Andów, Peru	monoklina, upad na NE, graniczy z uskokiem klasy regionalnej
Geneza	hydrotermalna	hydrotermalna

Basen *Cesar-Rancheria* jest oddalony o około 200 km od płyty Karaibskiej. Jest to obszar o powierzchni około 120 000 km^2 o przebiegu NE-SW (Sanchez i Mann 2015). Mieści się między masywem *Sierra de Santa Marta* na północnym zachodzie, a pasmem *Perija Range* na południowym wschodzie. Od basenu *Maracaibo* oddziela go uskok *El Tigre*. System litologiczny (formacja *La Quinta*) jest podobny do europejskiego znanego ze złóż monokliny i obszaru Niemiec. Łupki Cu-nośne (Fot. 13) podobne są do łupków miedzionośnych na monoklinie w spągu występują arenitowe piaskowce (Fot. 14) (Piestrzyński i in. 2006 i 2007; Lutyński i in. 2023). Podobieństwo systemów europejskiego i południowo-amerykańskiego przedstawione zostało w Tabeli 1. Nagromadzenia masywne chalkozynu w piaskowcu z formacji Mitu (Peru) (Fot. 14) podobne są do tych opisanych wcześniej z kopalni Rudna. Na wychodniach notowane są wzbogacania w miedź sięgające 40% i srebra do 300 g/t. Basen poprzecinany jest młodszymi wulkanitami o składzie bimodalnym. Jedyna zauważalną różnica pomiędzy tymi systemami jest obecność makroskopowych wystąpień miedzi rodzimej. Jak wielkie są to złoża pokaże najbliższa przyszłość.

Podobne do złóż miedzi na monoklinie są wystąpienia siarczków Cu i Ag rodzimego w permskich piaskowcach i łupkach miedzionośnych niecki bachmuckiej w Donbasie. Dane na ten temat są obecnie niedostępne.

Literatura

Alderton D.H., Selby D., Kucha H., Blundell D.J. 2016. A multistage origin for Kupferschiefer mineralization. Ore Geology Reviews 79, 535–543.

Bechtel A., Püttmann W. 1991. The origin of the Kupferschiefer-type mineralization in the Richelsdorf Hills, Germany, as deduces from stable isotope and organic geoche-mical studies. Chem. Geol. 91, 1–18.

Beyschlag F. 1900. Beitrag zur Genesis des Kupferschiefers. Z. Prakt. Geol. 8, 115–117.

Beyschlag F. 1920. Zur Frage der Entstehung des Kupferschiefers. Z. Dtsch. Geol. Ges. 72, 318–328.

Blundell D.J., Karnkowski P.H. Alderton D.H.M, Oszczepalski S., Kucha H. 2003. Copper mineralization of the Polish Kupferschiefer: a proposed basement fault –fracture system of fluid flow. Economic Geology 98, 1487–1495.

Błaszczyk J. 1981. Paleomorfologia stropu białego spągowca a miąższość złoża miedzi w piaskowcach. Rudy i Met. Nieżel. 1, 14–17.

Bogacz W. 2001. Mwtaliferous deposits: Tectogenesis and mineralisation control. [W:] Mineral Deposits at the Beginning of the 21th century A. Piestrzyński and et. al. eds. Balkema Publishers 2001, 7–13.

Brown A.C. 1978. Stratiform copper deposits – evidence for their post-sedimentary origin. Miner Sci. Eng. 10, 172–181

Brongersma-Sanders M. 1966. Metals of Kupferschiefer supplied by normal sea-water. Geol. Rundsch. 55, 365–375.

Davidson C.F. 1962. The origin of some strata-bound sulphide ore deposits (discus-sion) Econ. Geol. 57, 265–274.

Ekiert F. 1958. Warunki geologiczne i objawy mineralizacji cechsztyńskiej w niecce mansfeldzkiej. Inst. Geol. Bull. 126, 57–84.

Gillitzer C. 1936. The geology of ore enrichments in the copper shale of the Central Germany. Jb. Halle Verb. 15.

Hammer J., Junge F., Rosler H.J., Niese S., Gliesberg B., Steihl G. 1990. Elemental and isotope geochemical investigations of the Kupferschiefer in the vicinity of "Rote Faüle", indicating copper mineralization (Sangerhausen basin G.D.R.). Chem. Geol. 85, 345–360.

Harańczyk C. 1972. Mineralizacja kruszcowa dolnocechsztyńskich osadów euksenicz-nych monokliny przedsudeckiej. Arch. Mineral. 30/1–2, 13–144.

Haynes D.W. 1986a. Stratiform copper deposits hosted by low-energy sediments I. Timing of sulfide precipitation – an hypothesis. Economic Geology 81, 250–256.

Haynes D.W. 1986b. Stratiform copper deposits hosted by low-energy sediments II. Nature of source rocks and composition of metal transporting water. Economic Geology 81, 266–280.

Haynes D.W., Bloom M.S. 1986a. Stratiform copper deposits hosted by low-energy sediments III. Aspects of metal transport. Geology 82, 635–648.

Haynes D.W. and Bloom M.S. 1986b. Stratiform copper deposits hosted by low-energy sediments IV. Aspect of sulfide precipitation. Geology 82, 875-893.

Jerzykiewicz T., Kijewski P., Mroczkowski I., Teisseyre A. 1976. Origin of the Weissliegende deposits in the Fore-Sudetic Monocline. Geol. Sudetica, 11, 57–89

Jowett E.C., 1986. Genesis of Kupferschiefer Cu-Ag deposits by convective flow of Rotliegendes brines during Triassic rifting. Econ. Geol. 81, 1823–1837.

Jowett E.C., Pearce G.W., Rydzewski A. 1987. A mid-Triassic paleomagnetic age of the Kupferschiefer mineralization in Poland, based on a revised apparent polar wander path for Europe and Russia. J. Geoph, Res. 92, 581–598.

Jung W., Knitzschke G. 1976. Kupferschiefer in the German Democratic Republic (GDR) with special reference to the Kupferschiefer deposit in the southeastern Harz foreland. [W:] Wolf K.H. (ed.), Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits Vol. 6. Elsevier (353–406).

Kautzch E. 1953. Tektonik und Paragenese der Rücken im Mansfelder und Sangerhäuser Kupferschiefer. Geologie 2, 4–24.

Kłapciński J., Peryt T.M. 1996. Budowa geologiczna monokliny przedsudeckiej. [W:] Piestrzyński A. (red.) Monografia KGHM Polska Miedź SA, 75–88.

Kłapciński J., Konstantynowicz E., Salski W., Kienig E., Preidl M., Dubiński K., Drozdowski S. 1984. The atlas of the copper-bearing region. Wyd. Śląsk, Katowice.

Koblański A. 1980. Tectonics and structure of the crystalline substratum in the central part of the Fore-Sudetic Monocline deduced from magnetic anomalies. Publ. Inst. Geofizyki PAN, A-8 (130), 99–113.

Koblański A. 1994. Struktura podłoża skonsolidowanego w obszarze LGOM w świetle interpretacji anomalii grawimetrycznych. [W:] Mat. V Kon. „Problemy geologii i ekologii w górnictwie podziemnym", Szczyrk, Wyd. GIG, 171–179.

Koblański A. 2007. Budowa geologiczna podłoża monokliny w ujęciu geofizycznym. [W:] Monografia KGHM PM SA, A. Piestrzyński i in. (red.), 92–95.

Konstantynowicz E. 1965. Mineralizacja utworów cechsztynu niecki północno-sudeckiej (Dolny Śląsk). Prace Geol. Kom. Nauk Geol PAN Oddz. W Krakowie, WG Warszawa, 18, 1–99.

Konstantynowicz E. 1971. Geologia złóż rud miedzi i przejawów miedzionośnych w Polsce. [W:] Monografia przemysłu miedziowego w Polsce, (red. E. Konstantynowicz). WG Warszawa, 1–432.

Krasoń J. 1964. Podział stratygraficzny cechsztynu północnosudeckiego w świetle badań facjalnych. Geol. Sudetica I, 221–255.

Lutynski P., Pieczonka J., Piestrzynski A., Mosquera-Palacios M., Del Castillo-Londoño A.C. 2023. Diomate Gusanero tree – mineral exploration guide in search for copper and potential use of this plant for reforestation of mining waste. Geology, Geophysics & Environment (w druku).

Mayer W., Piestrzyński A. 1985. Ore minerals from Lower Zechstein sediments at Rudna mine, Fore-Sudetic monocline, SW Poland. Prace Mineral. 75, 1–80.

Michalik M. 1995. Diagenesis of the Weissliegende sandstones in the Fore-Sudetic Zechstein copper deposit (Poland). [W:] Pasava J, Kribek B., Zak K. (red.) Mineral Deposits: from their origin to their environmental impacts, Balkema, Rotterdam, 957–960.

Michalik M., Sawlowicz Z. 2001. Multi-stage and long-term origin of the Kupferschiefer copper deposits in Poland. [W:] Piestrzyński A. (red.) Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century. Balkema, Rotterdam.

Mikulski S., Stein H.J. 2017. Wiek izotopowy Re-Os siarczkowej mineralizacji Cu-Ag oraz jej charakterystyka mineralogiczna i geochemiczna z obszaru złożowego Lubin-Polkowice (SW Polska), Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 468, 79–96.

Nemec W., Porębski S. 1977. Weissliegendes sandstones: a transition from fluvial-aeolian to shallow-marine sedimentation (Lower Permian of the Fore-Sudetic Monocline) 1. Sedimentary structures and textural differentiation. Rocznik PTG, XLVII, 387–418.

Nemec W., Porębski S. 1981. Sedimentary environment of the Weissliegende sandstone in Fore -Sudetic Monocline. [W:] SCEP-Proceedings, Warszawa, 273–293.

Oberc J., Tomaszewski J. 1963. Niektóre zagadnienia stratygrafii i podziału cechsztynu monokliny przedsudeckiej. Przegl. Geol. 11, 505–509.

Oszczepalski S. 1989. Kupferschiefer in southwestern Poland: sedimentary environments, metal zoning and ore controls. Geol. Ass. Can. Spec. Paper 36, 571–600.

Oszczepalski S., Rydzewski A. 1987. Paleogeography and sedimentary model of the Kupferschiefer in Poland. Lecture Notes in Earth Sci. 10, 189–205.

Oszczepalski S., Rydzewski A. 1991. The Kupferschiefer mineralization in Poland. Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 4, 975–999.

Peryt T.M. 1978. Charakterystyka mikrofacjalna cechsztyńskich osadów węglanowych cyklotemu pierwszego i drugiego na obszarze monokliny przedsudeckiej. Stud. Geol. Pol. 54, 1–88.

Pieczonka J. 2000. Secondary oxidized rocks in the copper deposit, Fore-Sudetic Monocline. Pol. Tow. Mineral. Prace Spec. 16, 9–54.

Pieczonka J., Piestrzyński A. 2001. Redbed gold deposit, Kupferschiefer, Fore-Sudetic Monocline, evidences and hypotheses. Geologia 27, 411–434.

Pieczinka J. 2011. Prawidłowości w rozmieszczeniu minerałów kruszcowych w złozu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej.Wyd. AGH, 195 s.

Pieczonka J., Piestrzyński A. 2005. New minerals from the red bed type precious metal deposit of the Lubin-Sieroszowice mining district, SW Poland. [W:] Mineral Deposits

Pieczonka J., Piestrzyński A., Lutyński P. 2008. Comparison between stratabound Copper-Silver mineralization of Mitu formation, Peru, and Polish Kupferschiefer Deposit. [W:] Digging Deeper, Proceedings of the ninth Biennial SGA Meeting, Dublin 2007, C.J. Andrew i in. (red.), 241–244.

Pieczonka J., Piestrzyński A., Zygo W., Wojciuszkiewicz A. 2019. New gold amalgams from a Kupferschiefer type deposit, Sieroszowice Mine, Poland. Life with Ore Deposits on Earth v.1, 15th Biennial SGA Meeting, Glasgow, 307–310.

Pieczonka J., Piestrzyński A., Mucha J., Głuszek A., Kotarba M., Więcław D. 2008. The Red-bed type precious metal deposit in thhe Sieroszowice-Polkowice Copper mining district, SWS Poland. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 78/3, 280 s.

Piestrzyński A. 1996a. Okruszcowanie. [W:] Piestrzyński A. (red.) Monografia KGHM Polska Miedź SA, Lubin, 200–237.

Piestrzyński A.,1996b. Geneza. [W:] Piestrzyński A. (red.) Monografia KGHM Polska Miedź SA, Lubin.

Piestrzyński A. 2007. Geneza złoża. [W:] Piestrzyński A i in. (red.), Monografia KGHM Polska Miedź SA. Alexim, Wrocław, 228–244.

Piestrzyński A., Pieczonka J. 1997. Gold and PGE on an oxide-reducing interface in Lower Zechstein sediments of the Fore-Sudetic Monocline, SW Poland. [W:] Papunen H. (red.) Mineral Deposits: Research and Exploration – where do they meet? Balkema, Rotterdam, 99–102.

Piestrzyński A., Pieczonka J. 2001. Redbed related gold deposit, Lubin – Sieroszowice copper district, SW Poland. Geotectonica et Metallogenia, Chandsh, Huan, P.R. China, v. 25/1–2, 149–150.

Piestrzyński A., Wodzicki A. 2000. Origin of the gold deposit in the Polkowice-West Mine, Lubin -Sieroszowice Mining District, Poland. Mineral. Dep. 35/1, 37–47.

Piestrzyński A., Pieczonka J., Głuszek A. 2002. Redbed-type gold mineralisation, Kupferschiefer, south-west Poland. Min. Dep. 37, 512–528.

Piestrzyński A., Pieczonka J., Banaszak B. 2004. Unconventional precious metal deposits. [W:] Applied Mineralogy, Developments in Science and Technology, M. Pecchio i in. (red.), ICAM Brazil 2004, v. 2, 923–926.

Piestrzyński A., Pieczonka J., Dunin-Borkowski S., Lutyński P., Wagner M., Durand A. 2006. Mitu -Kupferschiefer formations: similarities and differences, Peru-Poland XIII Congreso Peruano de Geologia Publication Ecpecial 7, 772–775.

Pokorski J. 1978. Zarys rozwoju basenu czerwonego spągowca na obszarze Niżu Polskiego. Przegl. Geol. 12, 686–694.

Räss L., Simon N.S.C., Podladchikov Y.Y. 2018. Spontaneous formation of fuid escape pipes from subsurface reservoirs. Scientific Reports 8, 11116, DOI: 10.1038/s41598-018-29485-5.

Rentzsch J. 1974. The Kupferschiefer in comparison with the deposits of the Zambian copperbelt. [W:] Bartholome P. (red.). Gisements stratiformes et provinces cuprifere. So-ciete Geol. Belgique, Liege, 395–418.

Roseboom E.H. 1966. An investigation of the system Cu-S and some natural copper sulphides between 25°C and 700°C. Economic Geology 61, 641–672.

Sanchez J., Mann P. 2015. Integrated structural and basinal analysis of the Cesar-Rancheria Basin, Colombia: Implications for it's tectonic his-tory and petroleum systems. [W:] C. Bartolini and P. Mann (red.), Petroleum geology and potential of the Colombian Caribbean Margin: AAPG Memoir 108, s. 431–470.

Sawlowicz Z. 1985. Significance of metalloporphyrins for the metal accumulation in the copper-bearing shales from the Zechstein copper deposits (Poland). Mineral. Polon. 16, 35–42.

Sawlowicz Z. 1989a. On the origin of copper mineralization in the Kupferschiefer: a sulfur isotope study. Terra Nova 1, 339–343.

Sawlowicz Z. 1989b. Isotopic composition of C, O, S from the organic-rich copper-bearing shale from the Kupferschiefer in Poland. Archiw. Miner. 44, 5–19.

Sawłowicz Z. 1990. Primary copper sulfides from the Kupferschiefer, Poland. Mineral. Deposita 25, 262–271.

Sawłowicz Z. 1992. Primary sulfides in the Cu-Fe-S zones of the Kupferschiefer Bed, Fore-Sudetic Monocline, Poland. Trans.Instn.Min.Metall. 101, B1–B8.

Sawlowicz Z. 1993. Organic matter and its significance for the genesis of the copper-bearing shales (Kupferschiefer) from the Fore-Sudetic monocline (Poland). [W:] Parnell J. i in. (red.) Bitumens in Ore Deposits. Springer-Verlag, Berlin, 431–446.

Sawlowicz Z., Kosacz R. 1995. On the origin of high-grade copper ores in the Weissliegende elevations from the Polish Kupferschiefer deposits. [W:] Pasava J. i in. (red.) Mineral Deposits: From Their Origin to Their Environmental Impacts. A.A. Balkema Rotterdam, 977–980.

Sawlowicz Z., Wedepohl K.H. 1992. The origin of rhythmic sulfide bands from the Permian sandstones (Weissliegende) in the footwall of the Fore-Sudetic „Kupferschiefer" (Poland). Mineral. Deposita 27, 242–248.

Sawlowicz Z., Gize A.P., Rospondek M. 1999. Organic matter from Zechstein copper deposits (Kupferschiefer) in Poland. [W:] Glikson M., Masztalerz M. (red.) Organic Matter and Mineralization: Thermal Alteration, Hydrocarbon Generation and Role in Metallogenesis. Kluwer Acad. Publ., 220–242.

Speczik S. 1993. The origin of Kupferschiefer mineralization in the Variscan fold belt of Southwestern Poland. [W:] Grayer R.A., Greiling R.O., Vogel A.K. (red.) Rhenohercynian and Subvariscan fold belts, v. 6, 369–384.

Speczik S. 1994. Kupferschiefer mineralization in the light of organic geochemistry and coal petrology studies. Geol. Quart. 38, 639–650.

Speczik S. 1985a. Metalogeneza podłoża podcechsztyńskiego monokliny przedsudec-kiej. Geol. Sudetica XX/1, 37–96.

Speczik S. 1985b. Relation of Permian base metal occurrences to Variscan paleogeother-mal field of the Fore-Sudetic monocline; results of fluid inclusion studies and vitrini-te rank determination. Fort. Mineral. 63, 1–122.

Speczik S. 1995c. The Kupferschiefer mineralization of Central Europe: New aspects and major areas of future research. Ore Geol. Rev. 9, 411–426.

Speczik S., Püttmann W. 1987. Origin of Kupferschiefer mineralization as suggested by coal petrology and organic geochemical studies. Acta Geol. Polon. 37, 167–187.

Speczik S., Zieliński K., Bieńko T., Pietrzela A. 2021. The prospecting strategy for a deep Cu-Ag ore deposit in Poland–an anatomy of success. Ore Geology Reviews, 131, 104053.

Tomaszewski J. 1963. Tektonika brzeżnej części monokliny przedsudeckiej. Rudy i Met. Nieżel. 2, 207–210.

Tomaszewski J.B. 1978. Budowa geologiczna okolic Lubina i Sieroszowic (Dolny Śląsk). Geol. Sudetica, XIII/2, 85–132.

Tomaszewski J.B. 1981. Development of Zechstein deposits in the vicinity of the Lubin and Sieroszowice. Proceedings, International Symposium Central European Permian. Warszawa, 341–355.

Tomaszewski J.B. 1986. Sedimentary environments of the lowest Zechstein sediments in the Lubin region, SW Poland. Geol. Soc. Spec. Publ. 22, 195–201.

Vaughan D.J., Sweeney M., Diedle G.F.R., Harańczyk C. 1989. The Kupferschiefer: an overview with an appraisal of the different types of mineralization. Economic Geology 84, 1003––1027.

Walther J. 1908. Geschichte der Erde and das Lebens. Geestman und Porting, Editorial von Veit & Comp, 550 s.

Walther J. 2019: Discussions beitrag Zu Geipel" Die Rücken im Mansfeldschen. Begründund der Syngenese. Jb. Hall. Verb. 2, 38–440.

Walther J. 2023. Geologie von Deutschland. Eine Einführung in die heimische Landschaftskunde für Lehrende und Lernende. Leipzig, Verlag von Quelle & Meyer, 510 s.

Wedepohl K.H. 1964. Untersuchungen am Kupferschiefer in Nordwestdeutschland: ein Beitrag zur Deutung der Genese-bituminoser Sedimente. Geochim. Cosmochim. Acta 28, 305–64.

Wodzicki A., Piestrzyński A. 1994. An ore genetic model for the Lubin–Sieroszowice mining district, Poland. Mineralium Deposita 29, 30–43.

Wyżykowski J. 1971. Cechsztyńska formacja miedzionośna w Polsce. Przegląd Geologiczny 19/3, 117–122.

Charakterystyka Północnego Pasa Miedziowego w Polsce

***Alicja Pietrzela*[1]**

[1] Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Wprowadzenie

Północny Pas Miedziowy (*Northern Copper Belt*, NCB) stanowi rozległą strefę występowania mineralizacji miedziowo-srebrowej, obejmującą północną i wschodnią część monokliny podsudeckiej, w granicach województwa dolnośląskiego, lubuskiego oraz wielkopolskiego. W jego obrębie znajdują się udokumentowane złoża rud miedzi i srebra, a także liczne obszary perspektywiczne, występujące w głębokich partiach monokliny przedsudeckiej (Fig. 1). Są to złoża stratyfikowane, określane jako złoża typu *Kupferschiefer* lub jako *sediment-hosted stratiform copper deposits* (SSC). Dotychczas znane były one z płytszych partii monokliny przedsudeckiej (obszar Sieroszowice-Lubin) oraz niecki północno-sudeckiej.

Do nowo udokumentowanych złóż w granicach NCB należą złoża Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów. Zostały one udokumentowane w wyniku prac poszukiwawczo-rozpoznawczych Miedzi Copper Corporation (MCC), przy wsparciu Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) oraz Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego (WG UW). Działalność eksploracyjna obejmowała wykonanie nowych otworów wiertniczych oraz kompleksowe badania rdzeni z otworów archiwalnych. Każde z nowych złóż stanowi część większego obszaru perspektywicznego, w obrębie którego możliwe jest dalsze zwiększanie zasobów. Ponadto, dzięki wieloletniej pracy PIG-PIB, polegającej na gromadzeniu danych z głębokich otworów wiertniczych na obszarze monokliny przedsudeckiej, uzupełnionej wynikami programu poszukiwawczo-rozpoznawczego MCC, możliwe było wyznaczenie obszarów perspektywicznych dla występowania bogatej mineralizacji Cu-Ag (Oszczepalski i in. 2016, 2019). W obrębie NCB obecnych jest piętnaście takich obszarów, wyznaczonych w oparciu o dane archiwalne, o różnym stopniu rozpoznania.

Dotychczasowe dane dotyczące mineralizacji kruszcowej występującej w głębokich partiach monokliny przedsudeckiej miały charakter punktowy, gdyż pochodziły z otworów wiertniczych rozmieszczonych nieregularnie na bardzo dużej przestrzeni. Niektóre z dotychczas wyznaczonych obszarów perspektywicznych rozpoznane zostały pojedynczymi otworami wiertniczymi. Dopiero program poszukiwawczo-rozpoznawczy MCC, w ramach którego wykonano łącznie 38 nowych otworów wiertniczych, pozwolił na pokrycie wybranych, głębokich części monokliny przedsudeckiej gęstą, regularną siatką wierceń (obszar Nowej Soli) lub na uzupełnienie dotychczasowej siatki otworów

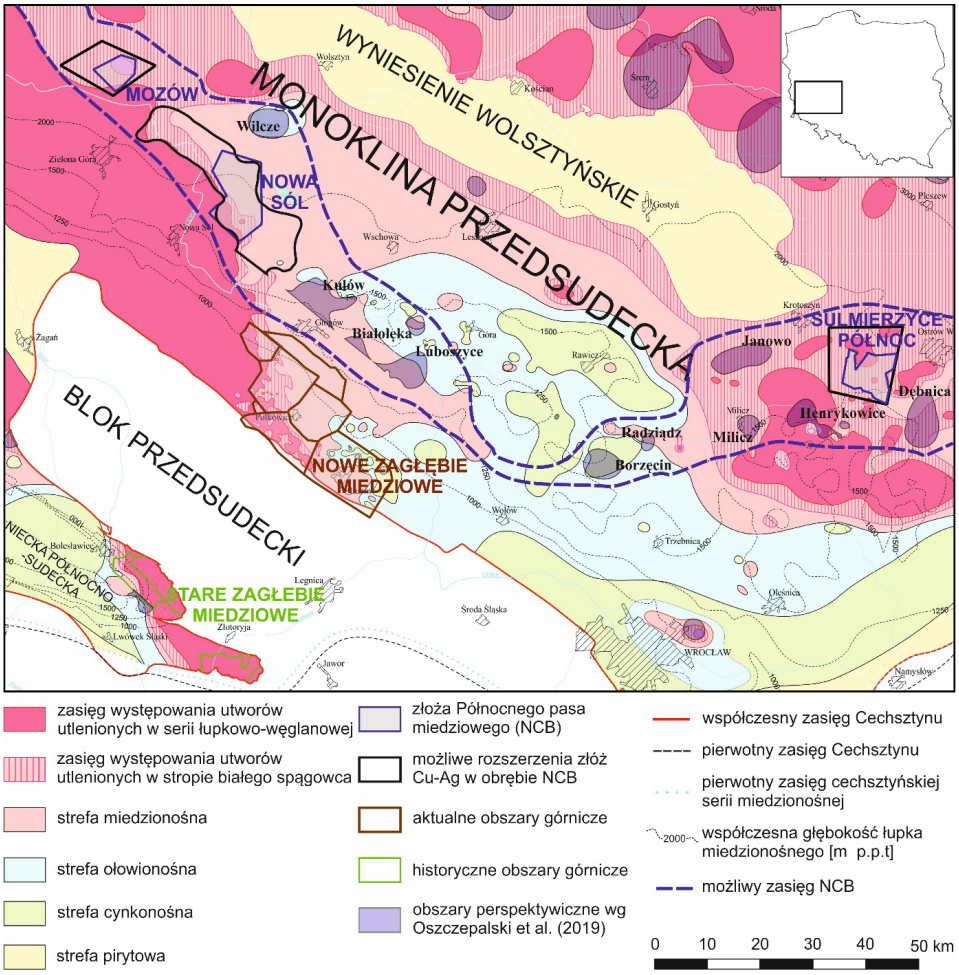


Fig. 1. Rozmieszczenie złóż Północnego Pasa Miedziowego, wraz z dotychczas wyznaczonymi obszarami perspektywicznymi, na tle mapy rozmieszczenia metali w obrębie basenu cechsztyńskiego w południowo-wschodniej Polsce (Oszczepalski i in. 2019)

w stopniu umożliwiającym sporządzenie dokumentacji geologicznej (obszary Mozów i Sulmierzyce Północ). Szczególnie udokumentowanie złoża Nowa Sól należy określić jako odkrycie typu *greenfield*, jako że w jego granicach, obejmujących 119 km^2, wykonano wcześniej tylko jeden otwór archiwalny, a sam obszar nie był wcześniej wymieniany w żadnym z opracowań przedstawiających prognozy występowania mineralizacji Cu-Ag (Oszczepalski i Speczik 2011).

W celu określenia zawartości metali głównych i towarzyszących oraz ich rozprzestrzenienia w każdym ze złóż, a także wykształcenia i składu mineralizacji kruszcowej, wykonano szereg badań chemicznych i mineralogicznych. Z pozyskanych rdzeni wiertniczych pobrane zostały próbki do badań składu chemicznego metodą ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry*) oraz ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry*) w kanadyjskim laboratorium *Bureau Veritas Minerals Laboratories* (BVML). Z uzyskanych rdzeni wiertniczych z każdego otworu wykonywane były także płytki cienkie. Zostały one podane analizom mineralogicznym w świetle spolaryzowanym przechodzącym i odbitym, przy użyciu mikroskopu optycznego NIKON ECLIPSE E600 (Pracownia Mikroskopii Optycznej, WG UW). W następnej kolejności wykonywano analizy wybranych płytek cienkich z użyciem skaningowego mikroskopu elektronowego (*scanning electron microscope*, SEM) ZEISS AURIGA 60 oraz ZEISS SIGMA VP (Laboratorium Mikroskopii Elektronowej, Mikroanalizy i Dyfrakcji Rentgenowskiej, WG UW). Próbki z najbardziej interesującymi wynikami pod względem mineralogicznym i geochemicznym wybrano do analiz przy użyciu mikrosondy elektronowej (*Electron Probe Microanalyzer*, EMPA) CAMECA SX-100 (Laboratorium Mikroskopii Elektronowej, Mikroanalizy i Dyfrakcji Rentgenowskiej, WG UW).

Zarys budowy geologicznej

Złoża typu *Kupferschiefer* występujące w południowo-wschodniej Polsce związane są ze strefą kontaktową między morskimi utworami dolnego cechsztynu, a podścielającymi je utworami lądowymi czerwonego spągowca. Na obszarze monokliny przedsudeckiej złoża te występują w interwale obejmującym płytkomorski piaskowiec, określany jako biały spągowiec, oraz dolną część utworów cyklotemu Werra: głębokomorski łupek miedzionośny, występujący lokalnie wapień podstawowy oraz wapień cechsztyński. Mineralizację kruszcową można także zaobserwować w spągowej części anhydrytu dolnego. Występowanie utworów zmineralizowanych jest związane bezpośrednio z obecnością facji utlenionej, tzw. *Rote Fäule*, charakteryzującej się obecnością hematytu i uwodnionych tlenków żelaza oraz wzbogaceniami w złoto i platynowce. Bogata mineralizacja Cu-Ag występuje w strefie redukcyjnej, bezpośrednio ponad kontaktem ze strefą utlenioną. Pomiędzy strefą utlenioną, a strefą redukcyjną, obecna jest strefa przejściowa. Zarówno w profilu piono-

wym, jak i poziomym obszarów zmineralizowanych, zaznacza się strefowość w rozmieszczeniu metali, polegająca na występowaniu dookoła strefy miedziowo-srebrowej kolejno mineralizacji ołowiowej, cynkowej oraz pirytowej. Poszczególne strefy geochemiczne nie są ściśle przywiązane do konkretnych typów litologicznych, a zależą od pozycji epigenetycznej facji utlenionej *Rote Fäule* w profilu pionowym.

Udokumentowane złoża Północnego Pasa Miedziowego

Złoże Nowa Sól położone jest w północno-zachodniej części monokliny przedsudeckiej, w województwie lubuskim, około 20 km na wschód od Zielonej Góry. Obejmuje ono powierzchnię 119 km^2. Głębokość serii złożowej, zawierającej średnio 1,98% Cu i 90 ppm Ag waha się od 1770 do 2155 m p.p.t. Zasoby geologiczne złoża Nowa Sól, obliczone wg stanu na dzień 31.12.2021 r. to 846,262 mln ton rudy, zawierającej 10,960 mln ton Cu oraz 35,32 tys. ton Ag. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi i srebra Nowa Sól w kategorii C_2, została zatwierdzona decyzją Ministra Klimatu z dnia 12.02.2020 r. Decyzją Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 13.01.2023 r. zatwierdzony został Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża rud miedzi i srebra Nowa Sól. Złoże zostało udokumentowane na podstawie 20 pozytywnych otworów wiertniczych wykonanych przez MCC, oraz jednego otworu archiwalnego.

Złoże Sulmierzyce Północ położone jest w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej, w województwie wielkopolskim, około 6 km na zachód od Ostrowa Wielkopolskiego. Obejmuje ono powierzchnię 61 km^2. Głębokość serii złożowej, zawierającej średnio 2,06% Cu i 28 ppm Ag waha się od 1635 do 2060 m p.p.t. Zasoby geologiczne złoża Sulmierzyce Północ, udokumentowane wg stanu na 31.12.2019 r. to 296,043 mln ton rudy, zawierającej 5,652 mln ton Cu oraz 6,868 tys. ton Ag. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi i srebra Sulmierzyce Północ w kategorii C_2+D, została zatwierdzona decyzją Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 03.12.2020 r. Złoże zostało udokumentowane na podstawie 4 pozytywnych otworów wiertniczych wykonanych przez MCC, oraz 4 otworów archiwalnych.

Złoże Mozów położone jest około 20 km na północny-zachód od złoża Nowa Sól. Zajmuje ono powierzchnię 31 km^2, a głębokość serii złożowej wynosi od 2370 do 2540 m p.p.t. Czyni to ze złoża Mozów najgłębsze dotychczas udokumentowane złoże rud miedzi i srebra w Polsce. Mimo to, jego parametry jakościowe są wyjątkowo dobre. Średnia zawartość miedzi w serii złożowej wynosi 2,40%, a srebra 46 ppm. Zasoby bilansowe złoża Mozów, udokumentowane wg stanu na dzień 31.12.2019 r. to 223,589 mln ton rudy, zawierającej 4,270 mln ton Cu oraz 5,724 tys. ton Ag. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi i srebra Mozów w kategorii C_2, została zatwierdzona decyzją Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 26.07.2021 r. Złoże zostało udokumentowane na podstawie czterech

pozytywnych otworów wiertniczych wykonanych przez MCC, oraz czterech otworów archiwalnych.

W każdym z trzech złóż, oprócz miedzi i srebra występują także liczne pierwiastki towarzyszące. We wszystkich trzech dokumentacjach geologicznych określono wielkość zasobów cynku, ołowiu, kobaltu, niklu, molibdenu oraz wanadu. Ponadto, w złożu Nowa Sól udokumentowano zasoby złota oraz pierwiastków ziem rzadkich (*rare-earth elements, REE*).

Obszary perspektywiczne

Złoże Nowa Sól jest częścią rozległego obszaru perspektywicznego Jany–Nowa Sól––Grochowice o łącznych zasobach szacowanych na 34,748 mln ton Cu i 148,256 tys. ton Ag (Oszczepalski i in. 2019). Oznacza to, że w przypadku powiększenia złoża jego zasoby mogą wzrosnąć o dalsze 23,788 mln ton Cu i 112,936 tys. ton Ag. Złoże Sulmierzyce Północ znajduje się w obszarze perspektywicznym Sulmierzyce o zasobach szacowanych na 7,767 mln ton Cu i 17,793 tys. ton Ag, a więc jego zasoby mogą wzrosnąć o 2,115 mln ton Cu i 10,925 tys. ton Ag (Oszczepalski i in. 2019). Złoże Mozów położone jest w południowej części obszaru perspektywicznego Mozów, którego zasoby według Oszczepalskiego i in. (2019) to aż 30,300 mln ton Cu i 55,905 tys. ton Ag. Jednakże część tego obszaru cechuje się znacznymi głębokościami serii rudnej, niespełniającymi inwestorskich granicznych wartości parametrów definiujących złoże i jego granice przy pomocy których wyznaczono granice wszystkich trzech udokumentowanych złóż (Speczik i in. 2020). Z oszacowań MCC wynika, że powiększenie złoża w granicach, w których możliwe jest zachowanie kryteriów inwestorskich może spowodować wzrost jego zasobów do około 10 mln ton Cu i 20 tys. ton Ag.

Pozostałe obszary perspektywiczne wchodzące w skład NCB, wyznaczone w oparciu o badania otworów archiwalnych, zostały podzielone wedle rodzaju zasobów. Ich klasyfikację przedstawiono w pracy Oszczepalski i in. (2019). Obszary w pobliżu zidentyfikowanych złóż skategoryzowano jako posiadające zasoby hipotetyczne (Kulów, Białołęka, Luboszyce). Obszarom odległym od znanych złóż i wyznaczonym więcej niż jednym otworem przypisano zasoby spekulacyjne o wysokim potencjale (Janowo, Henrykowice, Dębnica). Obszarom odległym od znanych złóż i wyznaczonym pojedynczym otworem przyporządkowano zasoby spekulacyjne o niskim potencjale (Wilcze, Naratów, Lipowiec, Ślubów, Bartków, Borzęcin, Radziąc, Milicz, Bogdaj). Łączne szacowane zasoby piętnastu obszarów perspektywicznych położonych w graniach NCB i niezwiązanych ze złożami udokumentowanymi wynoszą około 20 mln ton Cu i 66 tys. ton Ag. Należy zwrócić uwagę, iż są one obliczone na podstawie punktowych i rozproszonych źródeł danych. W celu dokładnego oszacowania zasobów obszarów perspektywicznych wymagane jest

uzupełnienie i usystematyzowanie danych na ich temat poprzez kompleksowe rozpoznanie wiertnicze.

Rozmieszczenie mineralizacji w złożach Północnego Pasa Miedziowego

Złoże Nowa Sól znajduje się na skraju zielonogórskiego pola utlenionego. Zasięg facji *Rote Fäule* w profilu pionowym złoża stopniowo się obniża w miarę oddalania się od obszaru utlenionego. W południowo-zachodniej części złoża granica redoks występuje w obrębie wapienia cechsztyńskiego lub w spągu łupka miedzionośnego. W centralnej i południowo-wschodniej części złoża obserwuje się ją w stropie piaskowców białego spągowca. W kierunku północnym zasięg utlenienia stopniowo przesuwa się coraz niżej w profilu białego spągowca. W efekcie, w południowo-zachodniej części złoża mineralizacja kruszcowa zawarta jest przede wszystkim w rudzie łupkowej i węglanowej, podczas gdy piaskowiec jest utleniony. W kierunku północnym i południowo-wschodnim udział rudy węglanowej stopniowo maleje, a rośnie udział rudy piaskowcowej. W północnym krańcu złoża występuje głównie ruda piaskowcowa i łupkowa. Ruda piaskowcowa stanowi dominujący typ rudy w złożu Nowa Sól (zawiera ona 50% zasobów Cu i prawie 35% zasobów Ag).

Złoże Sulmierzyce Północ położone jest w sąsiedztwie kilku pól utlenionych. Największe z nich to pola ostrzeszowskie i chwaliszewskie. Ponadto, w pobliżu zidentyfikowano kilka mniejszych obszarów utlenionych. Powoduje to, że rozkład mineralizacji kruszcowej w złożu Sulmierzyce Północ odbiega od typowego schematu, jaki można zaobserwować w złożu Nowa Sól. W obszarze Sulmierzyc, granica redoks zlokalizowana jest w spągu łupka miedzionośnego, podczas gdy piaskowce są utlenione. W rezultacie, w całym złożu obserwuje się tylko dwa typy rudy: łupkową i węglanową. Charakterystyczną cechą złoża Sulmierzyce Północ jest ponadprzeciętna miąższość łupka miedzionośnego, wynosząca od 0,7 do 1,5 m, oraz jego wykształcenie w postaci łupków ilasto-wapiennych oraz łupków marglistych, wykazujących podobieństwo do margli miedzionośnych z obszaru niecki północno-sudeckiej. W związku z tym dominującym typem rudy w złożu jest ruda łupkowa (która zawiera 80% zasobów Cu i 93% zasobów Ag). Z uwagi na bliskość kilku pól utlenionych, w rejonie Sulmierzyc możliwe są znaczne wahania pionowego zasięgu facji utlenionej na niewielkim obszarze i występowanie bogatych profili zmineralizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie profili całkowicie płonnych. W efekcie, rozprzestrzenienie mineralizacji jest tutaj bardziej nieregularne i trudniejsze do prześledzenia niż w złożu Nowa Sól.

Złoże Mozów związane jest z zielonogórskim polem utlenionym, podobnie jak złoże Nowa Sól. Ponadto, w niewielkiej odległości zlokalizowane jest niewielkie pole utlenione Radoszyn. W złożu Mozów, podobnie jak w złożu Sulmierzyce Północ, mineralizacja

kruszcowa występuje w łupku miedzionośnym i wapieniu cechsztyńskim, a piaskowce są utlenione. Przebieg granicy redoks jest bardzo regularny – we wszystkich analizowanych otworach wiertniczych była ona obserwowana na granicy łupków i piaskowców. Miąższość łupka miedzionośnego jest podobna jak w złożu Nowa Sól (średnio 0,3 m). W rezultacie, znaczna część mineralizacji występuje w obrębie wapienia cechsztyńskiego. Dokonującym typem rudy jest ruda węglanowa (zawiera ona 75% zasobów Cu oraz 58% zasobów Ag).

Okruszcowanie złóż Północnego Pasa Miedziowego

Formy występowania minerałów kruszcowych w obrębie trzech analizowanych złóż są do siebie zbliżone. Najczęściej obserwowana jest mineralizacja rozproszona, obecna we wszystkich typach rudy. Kruszce rozproszone tworzą drobne ziarna rozsiane w tle skalnym, rozmieszczone równomiernie lub nagromadzone zgodnie z laminacją skał w postaci smug, wydłużonych skupisk lub soczewek. Oprócz tego, obserwuje się formy gruboziarniste. Są to najczęściej agregaty, zrosty, gniazda, soczewki lub wypełnienia wolnych przestrzeni. Mogą być one rozmieszczone w skale nieregularnie lub zgodnie z laminacją. W skałach węglanowych formy te związane są często z późno-diagenetycznymi minerałami wtórnymi w formie krustyfikacji i zastąpień (częste są zastąpienia ziaren organodetrytycznych). W łupku powszechne są wydłużone/soczewkowate skupienia zgodne z laminacją. W piaskowcach częste są tekstury masywne w postaci zastąpień cementu węglanowego i ziarn detrytycznych kruszcami. Obserwowane są one szczególnie na kontakcie piaskowca z łupkiem miedzionośnym. Najrzadziej spotykane są żyłki kruszcowe o zmiennej grubości, horyzontalne lub diagonalne, a także wrostki w żyłkach węglanowych.

Do zidentyfikowanych minerałów kruszcowych występujących w złożach Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów należą: chalkozyn, bornit, chalkopiryt, djurleit, digenit, kowelin, minerały grupy tenantyt-tetraedryt, srebro rodzime, amalgamaty srebra, stromeyeryt, minerały szeregu kobaltyn-gersdorffit, galena, sfaleryt oraz piryt.

W złożu Nowa Sól, zarówno w pionowym, jak i poziomym rozkładzie minerałów kruszcowych, widoczna jest prawidłowość, zgodnie z którą najbliżej utworów utlenionych występują siarczki z grupy Cu-S (przede wszystkim chalkozyn, z którym w różnych proporcjach współwystępują digenit, djurleit i kowelin), a w miarę oddalania się od strefy utlenionej wzrasta udział siarczków z grupy Cu-Fe-S (bornit i chalkopiryt). Z siarczkami z grupy Cu-S bardzo często współwystępują minerały srebra lub srebro rodzime. W stropowych partiach interwału zmineralizowanego stopniowo zaczynają przeważać sfaleryt i galena, którym towarzyszą chalkopiryt i piryt. Ruda piaskowcowa w złożu Nowa Sól najczęściej zmineralizowana jest chalkozynem. W rudzie łupkowej z południowej części złoża również najczęściej występuje chalkozyn. W centralnej części złoża rud łupkowa zawiera zarówno chalkozyn jak i bornit w zmiennych proporcjach (miejscami obserwo-

wano mineralizację bornitową w postaci zastąpień licznych pirytów framboidalnych). W kierunku północnym udział bornitu w rudzie łupkowej rośnie. Spągowa część rudy węglanowej zmineralizowana jest przeważnie bornitem, z którym współwystępują chalkopiryt oraz piryt. W kierunku stropu rudy węglanowej wzrasta udział sfalerytu i galeny. Najwyższa część interwału zmineralizowanego zawiera niemal wyłącznie paragenezę galena-sfaleryt-piryt, szczególnie w centralnej i północnej części złoża.

W złożu Sulmierzyce Północ również obserwuje się współwystępowanie siarczków z grupy Cu-S (chalkozyn, digenit, kowelin) oraz Cu-Fe-S (bornit i chalkopiryt). Jednak strefowość ich rozmieszczenia, zarówno w profilu pionowym, jak i poziomym, jest słabiej widoczna w porównaniu ze złożem Nowa Sól. Najczęściej chalkozyn występuje w spągu rudy łupkowej, a udział bornitu wzrasta w wyższych partiach profilu, jednak możliwe są odstępstwa od tej reguły. Lokalnie w złożu Sulmierzyce Północ stwierdzono występowanie znacznych wzbogaceń w chalkopiryt w obrębie rudy łupkowej. Cechą charakterystyczną tego złoża jest występowanie podwyższonych zawartości sfalerytu i galeny w obrębie interwałów zawierających bogatą mineralizację Cu-Ag. Ruda węglanowa w złożu Sulmierzyce Północ zawiera znacznie uboższą mineralizację miedziową niż ruda łupkowa. Zaznacza się w niej również obecność paragenezy galena-sfaleryt-piryt, choć generalnie strefa Pb-Zn jest tu słabiej wykształcona w porównaniu ze złożem Nowa Sól.

Mineralizacja kruszcowa w złożu Mozów charakteryzuje się stosunkowo regularnym wykształceniem. W spągowej części łupka miedzionośnego przeważa chalkozyn, z którym współwystępują kowelin i digenit, a także minerały srebra. W stropowej części łupka obserwuje się bornit, a w spągowej części wapienia cechsztyńskiego bornit i chalkopiryt. Powyżej interwału złożowego występuje uboga mineralizacja w postaci sfalerytu, pirytu oraz galeny, z niewielkim udziałem chalkopirytu.

Skład chemiczny minerałów kruszcowych

We wszystkich trzech złożach najczęściej występującym minerałem kruszcowym jest chalkozyn (zazwyczaj w postaci bogatej mineralizacji rozproszonej, a także jako większe skupienia oraz żyłki kruszcowe). W złożu Nowa Sól obserwuje się dwie odmiany tego minerału: srebronośną oraz bez domieszek Ag. Srebronośna odmiana chalkozynu zawiera średnio 4,0% wag. Ag. W złożu Sulmierzyce Północ również stwierdzono obecność chalkozynu z podwyższonymi zawartościami Ag, jednak są one znacznie niższe niż w złożu Nowa Sól – około 0,3% wag. W chalkozynie ze złoża Mozów zaobserwowano jedynie śladowe zawartości Ag (średnio 0,08% wag.).

Mineralizacji chalkozynowej często towarzyszą minerały srebra, w tym srebro rodzime. Przeważnie tworzą one wrostki w skupieniach chalkozynu lub drobne ziarna w strefach zdominowanych przez rozproszoną mineralizację chalkozynową. Najczęściej obser-

wuje się je w złożu Nowa Sól. Srebro rodzime ze złoża Nowa Sól zawiera w swoim składzie średnio 96,1% wag. Ag i 1,4% wag. Hg. Do minerałów srebra zaobserwowanych w złożu Nowa Sól należą stromeyeryt oraz amalgamaty srebra. Wśród amalgamatów srebra wyróżnić można dwie odmiany, różniące się proporcjami między Ag i Hg: w jednej z nich odnotowano średnio 88,6% wag. Ag i 8,9% wag. Hg, zaś druga zawiera średnio 65,3% wag. Ag i 31,1% wag. Hg. Stromeyeryt ze złoża Nowa Sól zawiera średnio 49,1% wag. Ag, 34,9% wag. Cu i 14,3% wag. S. Często występuje on w strefach kontaktowych między srebrem rodzimym a chalkozynem. Stromeyeryt tworzący obwódki reakcyjne wokół amalgamatów srebra charakteryzuje się podwyższonymi zawartościami Hg (średnio 41,5% wag. Cu, 37,3% wag. Ag, 15,1% wag. S i 4,3% wag. Hg). W złożu Mozów stwierdzono występowanie wrostków stromeyerytu w obrębie mineralizacji chalkozynowej. Oprócz stromeyerytu o typowym składzie chemicznym (średnio 44,4% wag. Ag, 38,9% wag. Cu i 16,3% wag. S) obserwuje się także odmianę zawierającą Hg (średnio 36,1% wag. Cu, 34,6% wag. Ag, 16,3% wag. S i 11,3% wag. Hg).

W składzie chemicznym bornitu z trzech omawianych złóż obserwuje się jedynie niewielkie różnice w proporcjach między zawartościami Cu, Fe i S. W złożu Nowa Sól można zaobserwować drobne wrostki srebronośnej odmiany bornitu (ok. 3,5% wag. Ag).

Chalkopiryt występuje zazwyczaj w stropowych partiach serii złożowej. Najczęściej obserwuje się go w złożu Sulmierzyce Północ, gdzie natrafiono na mineralizację składającą się niemal wyłącznie z chalkopirytu o średnim składzie 33,2% wag. Cu, 30,5% wag. Fe i 34,7% wag. S. Ponadto, w złożu tym występuje mineralizacja bornitowo-chalkopirytowo-sfalerytowa z niewielkim udziałem galeny. Mineralizacji tej towarzyszą także minerały grupy tenantyt-tetraedryt, które w złożu Sulmierzyce Północ obserwuje się w największym stopniu. Wśród minerałów tej grupy zaobserwowano tenantyt (o średnim składzie 41,8% wag. Cu, 2,9% wag. Fe, 17,6% wag. As, 0.4% wag. Sb i 28,6% wag. S), oraz minerał pośredni między tenantytem a tetraedrytem (średni skład: 40,5% wag. Cu, 1,6% wag. Fe, 6,5% wag. Zn, 11,3% wag. As i 11,0% wag. Sb).

Minerały szeregu kobaltyn-gersdorffit obserwuje się głównie w złożu Nowa Sól. Tworzą one niewielkie, okrągłe odmieszania w obrębie chalkozynu. Wśród nich zidentyfikowano m.in. dwie odmiany minerału stanowiącego człon pośredni szeregu kobaltyn-gersdorffit. W jednej z nich zaznacza się nieco większy udział Ni (średni skład: 16,7% wag. Ni, 13,7% Co, 42,0% wag. As, 17,9% wag. S i 8.2% wag. Cu), zaś w drugiej przeważa Co (średnio 19,5% wag. Co, 10,7% wag. Ni, 41,6% wag. As, 19,0% wag. S i 8,0% wag. Cu).

Rozmieszczenie metali w obrębie Północnego Pasa Miedziowego

Spośród trzech analizowanych złóż, najwyższa średnia zawartość Cu występuje w złożu Mozów (2,40%). W złożu Sulmierzyce Północ jest to średnio 2,06%, a w Nowej Soli

1,98%. Najwyższa średnia zawartość Ag charakterystyczna jest dla Nowej Soli (90 ppm), podczas gdy w złożach Sulmierzyce Północ i Mozów wartości te są niższe (odpowiednio 28 ppm i 46 ppm).

W złożu Nowa Sól najwyższe zawartości zarówno Cu, jak i Ag najczęściej występują razem w łupku miedzionośnym. Jedynie w południowo-zachodniej części złoża, najwyższe koncentracje Ag obserwowane są wyżej w profilu litologicznym niż najwyższe zawartości Cu. W północnej części złoża, bogata mineralizacja Cu-Ag występuje także w piaskowcach. W rozkładzie poziomym, najbogatsza mineralizacja miedziowa częściowo pokrywa się z najbogatszą mineralizacją srebrową, przy czym profile z najwyższymi zawartościami Cu występują w bliskim sąsiedztwie strefy utlenionej, a najwyższe koncentracje Ag obserwowano w centralnej części złoża.

W złożu Sulmierzyce Północ najwyższe zawartości Cu i Ag zawsze związane są z łupkiem miedzionośnym. Zarówno w rozkładzie pionowym jak i poziomym, najwyższe koncentracje obu metali współwystępują ze sobą.

W złożu Mozów bogata mineralizacja Cu-Ag związana jest z łupkiem miedzionośnym lub ze spągową częścią wapienia cechsztyńskiego, jednak w złożu tym najwyższe koncentracje obu metali rzadko występują w tym samym interwale (najwyższe zwartości Ag zwykle obserwowane są wyżej w profilu litologicznym niż Cu). Również w rozkładzie poziomym najbogatsza mineralizacja miedziowa nie pokrywa się z najbogatszą mineralizacją srebrową.

W rezultacie, każde z trzech złóż wykazuje inny stopień korelacji między zawartościami Cu i Ag. W złożu Nowa Sól korelacja jest umiarkowana (współczynnik korelacji Pearsona r = 0,57), w złożu Sulmierzyce Północ jest silna (r = 0,93), zaś w złożu Mozów korelacja nie występuje w ogóle.

Wykształcenie strefy Pb-Zn różni się znacząco w każdym ze złóż. W złożu Nowa Sól średnia zawartość Pb w serii złożowej wynosi 0,3%, zaś Zn 0,08%. W południowej części złoża strefa Pb-Zn jest słabo wykształcona. Zawartości obu metali rosną znacząco w kierunku południowo-wschodnim. Najwyższe koncentracje Pb i Zn obserwuje się w wapieniu cechsztyńskim, nieco powyżej interwału o najwyższych zawartościach Cu-Ag. W północnej i północno-wschodniej części złoża, gdzie strefa Pb-Zn jest najlepiej rozwinięta, wzbogacenia w oba metale obserwowane są razem z bogatą mineralizacją Cu-Ag, także w obrębie białego spągowca. W rezultacie, północne obrzeżenie złoża Nowa Sól stanowi bogato zmineralizowaną strefę polimetaliczną Cu-Ag-Pb-Zn.

W złożu Sulmierzyce Północ średnia zawartość Pb w serii złożowej to 0,3%, a Zn 0,5%. Podwyższone zwartości obu metali występują przede wszystkim w południowo-wschodniej części złoża, zaś w części północno-zachodniej strefa Pb-Zn nie jest w ogóle wykształcona. Charakterystyczne jest to, że najwyższe zwartości obu metali zazwyczaj występują w obrębie najbogatszej mineralizacji miedziowo-srebrowej (a nie powyżej, jak w złożu Nowa Sól).

W złożu Mozów strefa Pb-Zn jest najsłabiej wykształcona (co wynikać może ze znacznej odległości od bloku przedsudeckiego i występujących w jego obrębie granitoidów,

stanowiących istotne źródło Pb i Zn). Średnie zawartości obu metali w serii złożowej to zaledwie 0,02% Pb i 0,01% Zn. Nieznaczne koncentracje obu metali obserwowane są niekiedy w obrębie stropowej części serii złożowej, lub nieco ponad nią, jednak w niektórych analizowanych otworach wiertniczych nie występują one wcale.

W efekcie, korelacje miedzy Pb i Zn są bardzo różne w trzech złożach. W złożu Nowa Sól korelacja jest słaba (r = 0,50), w złożu Sulmierzyce Północ jest silna (r = 0,79), zaś w złożu Mozów nie występuje wcale.

Średnia zawartość metali towarzyszących: Co, Ni i Mo w serii złożowej jest najwyższa w złożu Sulmierzyce Północ (67 ppm Co, 63 ppm Ni i 85 ppm Mo). Zawartości te są nieco niższe w złożu Nowa Sól (33 ppm Co, 34 ppm Ni i 55 ppm Mo) oraz w złożu Mozów (17 ppm Co, 49 ppm Ni i 56 ppm Mo). Najwyższa zawartość V została zaobserwowana w złożu Mozów (197 ppm), podczas gdy zawartość tego pierwiastka w złożach Nowa Sól i Sulmierzyce Północ są niższe (odpowiednio 57 ppm i 149 ppm).

W złożu Nowa Sól metale towarzyszące występują niemal wyłącznie w łupku miedzionośnym, razem z najwyższymi zawartościami Cu i Ag. W profilu poziomym złoża, rozkład zawartości Co, Ni i Mo jest silnie uzależniony od odległości od strefy utlenionej. W południowo-zachodniej części złoża występują one w znikomych ilościach, a ich zawartości rosną znacząco w kierunku północnym i południowo wschodnim. Jedynie V występuje w podobnych ilościach niezależnie od zasięgu strefy utlenionej.

W złożu Sulmierzyce Północ pierwiastki towarzyszące również występują głównie w łupku miedzionośnym, jednak ich najwyższe zwartości nie są bezpośrednio powiązane z najwyższymi zawartościami Cu i Ag. Charakterystyczne dla złoża Sulmierzyce Północ są podwyższone zwartości Co i Ni występujące także nieco powyżej serii złożowej, w wapieniu cechsztyńskim. W rozkładzie poziomym najwyższe zawartości odnotowane zostały w północnej i centralnej części złoża.

W złożu Mozów najwyższe koncentracje pierwiastków towarzyszących związane są z łupkiem miedzionośnym w rejonie wschodniej i północnej części złoża.

Korelacje między poszczególnymi metalami w złożu Nowa Sól są generalnie silne. W złożu Sulmierzyce Północ są one najczęściej umiarkowane lub słabe, co może wynikać z ich nierównomiernego rozłożenia w obrębie miąższego profilu łupka miedzionośnego. W złożu Mozów omawiane korelacje są umiarkowane lub silne. Co najbardziej charakterystyczne, każdym z badanych złóż występuje silna korelacja między zawartościami Co a Ni (Nowa Sól: r = 0,80, Sulmierzyce Północ: r = 0,85, Mozów: r = 0.90).

Podsumowanie

Nowo udokumentowane złoża wyraźnie różnią się od siebie, zarówno pod względem wykształcenia serii złożowej, składu chemicznego mineralizacji kruszcowej, jak i jej roz-

mieszczenia w obrębie serii złożowej. Wszystko to wskazuje na nieco odmienne warunki powstawania każdego ze złóż. Podobnie jak w pozostałych złożach z obszaru monokliny przedsudeckiej, do głównych elementów systemu mineralizującego należą tu skały podłoża oraz nieciągłości tektoniczne, służące jako drogi przepływu dla roztworów mineralizujących. Różnice w składzie chemicznym mineralizacji oraz zróżnicowane proporcje między metalami głównymi i towarzyszącymi w każdym ze złóż, przynajmniej częściowo wynikają z różnic w wykształceniu skał podłoża. Ponadto, rozmieszczenie metali w każdym z trzech badanych złóż jest wyraźnie uzależnione od rozkładu nieciągłości tektonicznych.

Udokumentowanie trzech nowych złóż w głębokich partiach monokliny przedsudeckiej wskazuje, iż potencjał zasobowy tego obszaru jest znaczący i należy go rozwijać. Zasoby Północnego Pasa Miedziowego można zwiększyć, poprzez rozszerzenie granic dotychczasowych złóż lub poprzez udokumentowanie nowych złóż. Szczególnie perspektywiczne są tu obszary Kulów, Białołęka i Luboszyce, znajdujące się w centralnej części monokliny przedsudeckiej, oraz obszar Janowo związany z wyniesieniem wolsztyńskim.

Literatura

Oszczepalski S., Speczik S. 2011. Rudy miedzi i srebra. [W:] Wołkowicz S., Smakowski T., Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2009 r. PIG Warszawa, 76–93.

Oszczepalski S., Speczik S., Zieliński K., Chmielewski A. 2019. The Kupferschiefer deposits and prospects in SW Poland: Past, Present and Future. Minerals 9, 592–633.

Speczik S., Oszczepalski S., Małecka K., Chmielewski A. 2016. Prospective cooper resources in Poland. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resource Management 32(2), 5–30.

Speczik S., Zieliński K., Bieńko T., Pietrzela A. 2020. Dokumentowanie głębokich złóż miedzi i srebra – kryteria inwestorskie. Górnictwo Odkrywkowe 61(1), 43–54.

Wpływ warunków fizyczno-chemicznych na efektywność bakteryjnego ługowania wybranych metali z różnych typów litologicznych rud miedzi z południowo-zachodniej Polski – badania wstępne

Agnieszka Rożek[1], Hryhoriy Oliynichuk[1], Krzysztof Szamałek[1]

[1] Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Wprowadzenie

Na przełomie ostatnich kilkudziesięciu lat obserwuje się wzrost zainteresowania biologicznymi metodami górnictwa tzw. bioługowaniem. Mikroorganizmy wykorzystywane są do odzysku różnorodnych metali, często cennych gospodarczo, z pozabilansowych rud, odpadów flotacyjnych, odpadów różnych gałęzi przemysłu, koncentratów czy osadów. Źródłem pierwiastków pozyskiwanych na drodze mikrobiologicznej są często siarczkowe fazy mineralne (np. piryt, chalkopiryt), które przekształcane są do rozpuszczalnych w wodzie siarczanów (Rawlings i in. 2003). Można więc uznać, że proces ten jest biologiczną konwersją nierozpuszczalnej formy metalu do jego formy rozpuszczalnej (Bosecker 1997; Brierley i Brierley 2013). Najstarsze zapisy dotyczące praktycznego zastosowania biologicznego ługowania metali pochodzą z Cypru z roku 166 n.e. Na skalę przemysłową proces bioługowania miedzi zastosowano po raz pierwszy w kopalni Rio Tinto w Hiszpanii w 1752 roku (Gilbertson 2000). Kopalnia ta stała się kolebką procesu bioługowania. Obecnie największym światowym producentem miedzi metodą bioługowania jest Chile, gdzie z wykorzystaniem mikroorganizmów uzyskuje się około 10% z całkowitej ilości wyprodukowanej w tym państwie miedzi, co wynosi blisko 500 000 ton rocznie (Gentina i Acevedo 2016).

Bioługowanie metali z siarczków opiera się na aktywności różnych grup mikroorganizmów: bakterii, typy *Proteobacteria* (*α, β, γ, δ*), *Acidobacteria*, *Firmicutes, Actinobacteria*, *Nitrospira,* archeonów: *Thermoplasmates i Sulfolobales* oraz grzybów (Baker i Banfield

2003; Golyshina i Timmis 2005; Bini 2010). Reprezentanci bakterii to głównie organizmy chemolitoautotroficzne, które w procesie chemosyntezy wytwarzają związki organiczne. Mikroorganizmy te wykorzystują utleniane substancje nieorganiczne jako źródło energii. Bakterie te podzielono na liczne grupy różniące się między sobą rodzajem utlenianych substratów. Najczęściej stosowane w biohydrometalurgii organizmy to głównie bakterie siarkowe i żelaziste, m.in.: *Acidithiobacillus ferrooxidans, Acidithiobacillus thiooxidans, Leptospirillum ferrooxidans* i *Leptospirillum ferriphilum*. Organizmy te jako chemolitotrofy energię niezbędną do życia, pozyskują poprzez utlenianie jonów Fe^{2+} do Fe^{3+} (np. *Acidithiobacillus ferrooxidans*) lub S^{2-} do S^{6+} (np. *Acidithiobacillus thiooxidans*) (Colmer i in. 1950, Bosecker 1997; Golyshina i Timmis 2005; Watling 2006). Są to głównie organizmy acidofilne, które żyją i rozwijają się przy kwaśnym odczynie środowiska, dla przykładu dla *Acidithiobacillus ferrooxidans* podaje się zakres pH 1,3–4,5, z optimum wzrostu w pH 2–2,5 (Schippers 2007). W zależności od warunków temperaturowych prowadzenia biologicznego ługowania metali, w proces ten mogą zostać zaangażowane bakterie chemolitoautotroficzne reprezentujące mezofile (dla których optimum wzrostu mieści się w zakresie temperatur 30–40°C), umiarkowane termofile (45–55°C) lub termofile (70–90°C) (Brierley i Brierley 1999; Olson i in. 2003).

Proces bakteryjnego ługowania metali to kompleksowe oddziaływanie pomiędzy trzema fazami: 1. biologiczną (mikroorganizmy); 2. wodną (składniki odżywcze zawarte w podłożu); 3. stałą (minerał). W literaturze opisano dwa główne mechanizmy biologicznego utleniania minerałów (Schippers i in. 2014):

1. Ługowanie bezkontaktowe (*non-contact leaching*) – niektórzy badacze uważają, że działanie mikroorganizmów w tym procesie ma charakter pośredni i sprowadza się jedynie do wytworzenia utleniacza w postaci jonu żelazowego(III), który bierze udział w procesie właściwego utleniania minerału (Watling 2008; Vera i in. 2013). Jest to proces chemicznego ługowania metali w obecności czynnika utleniającego, np. jonów Fe^{3+} (powstałych w wyniku aktywności życiowej mikroorganizmów) oraz kwasu nieorganicznego (równanie 1 i 2):

$$MeS + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow MeSO_4 + 2\,FeSO_4 + S0 \quad (1)$$

$$S^0 + 3\,O_2 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2SO_4 \quad (2)$$

2. Ługowanie kontaktowe (*contact leaching*) – wytworzenie na drodze biologicznej przestrzeni reakcyjnej w procesie utleniania minerałów siarczkowych. Mikroorganizmy zostają osadzone na powierzchni minerału przy pomocy związków egzopolimerycznych (EPSs – *exopolymeric substances*), uwolnionych do środowiska w wyniku swojej aktywności życiowej. Macierz EPS-ów służy jako przestrzeń reakcyjna. Panujące w warstwie EPS warunki fizyczno-chemiczne (pH około 2, wysokie stężenie utleniacza Fe^{3+}, polaryzacja elektrochemiczna) powodują wzrost kinetyki procesu degradacji siarczków (równania 3–5). Pojawiające się w środowisku jony Fe^{2+} zostają ponownie utlenione do Fe^{3+} na

drodze biologicznej przez bakterie utleniające żelazo (Colmer i in. 1950; Sand i Gehrke 1999; Baker i Banfieled 2003; Watling 2008; Vera i in. 2013).

$$FeS_2 + 3{,}5\ O_2 + H_2O \rightarrow FeSO_4 + H_2SO_4 \quad (3)$$

$$2\ FeSO_4 + 0{,}5\ O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O \quad (4)$$

Sumarycznie:

$$4\ FeS_2 + 15\ O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ H_2SO_4 \quad (5)$$

Na efektywność procesu bioługowania wpływa szereg czynników fizyczno-chemicznych, które bezpośrednio przekładają się na aktywność bakterii „górników", to m.in. odczyn środowiska (pH), temperatura, dostęp tlenu do układu ługującego oraz skład chemiczny i mineralogiczny rudy (Johnson 1998, 2014; Filali-Meknassi i in. 2000; Rezza i in. 2001; Rawling i Johnson 2007; Andrzejewska-Morzuch i Karwowska 2012; Rouchalova i in. 2020). Ponieważ technologie biogórnictwa minerałów siarczkowych opierają się na wykorzystaniu mikroflory chemolitoautroficznej z grupy acidofilów, procesy te prowadzone są przy kwaśnym odczynie medium ługującego, najczęściej wartość pH około 2 (Schippers 2007). Mineralogiczny skład rud poddawanych procesowi ługowania przekłada się na wartość wykładnika stężenia jonów wodorowych w środowisku. Istnieje możliwość bakteryjnego ługowania metali w warunkach alkalicznych. W przypadku rud węglanowych w przestrzeniach pomiędzy ziarnami skały tworzą się mikronisze o niskim pH, stąd powstaje możliwość lokalnie kwaśnego ługowania w środowisku ogólnie zasadowym. Aby uniknąć wytrącenia miedzi, w postaci nierozpuszczalnych wodorotlenków lub hydroksysiarczanów, do środowiska reakcji dodaje się kwasy huminowe, których zadaniem jest chelatowanie miedzi powstałej w wyniku miejscowego ługowania bakteryjnego (Kunicki-Goldfinger 2007).

Kolejnym ważnym czynnikiem wpływającym na efektywność biologicznego odzysku metali jest temperatura panująca w środowisku prowadzenia procesu. Temperatura jest zmienną, która przekłada się na aktywność mikrobiologiczną, a tym samym na stopień odzysku pożądanych pierwiastków. Bardzo często w reakcje ługowania zaangażowane są mikroorganizmy mezofilne, dla których optimum wzrostu i aktywności mieści się w zakresie temperatur 30–40°C, z minimum 10°C, a maksimum 45°C. Wyniki badań Andrzejewskiej-Morzuch i Karwowskiej (2012) ukazują, że podniesienie temperatury z 25 do około 37°C spowodowało nasilenie bakteryjnej produkcji czynnika ługującego w postaci kwasu oraz zaobserwowano wyższe tempo przyrostu biomasy.

Notuje się także, że napowietrzanie układu ługującego powoduje zwiększenie efektywności uwalniania metali do roztworu. Proces ten powoduje wymieszanie składników w układzie oraz wzbogaca hodowle w tlen. W badaniach Andrzejewskiej-Morzuch i Karwowskiej (2012) podczas napowietrzania zaobserwowano wzrost efektywności bio-

ługowania niektórych metali Cu, Cd, Ni, Cr (np. usuwanie Cr wzrosło z kilkunastu do ponad 90%).

Czynnikiem fizycznym, który pozytywnie wpływa na przebieg procesu bioługowania jest mieszanie układu ługującego. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że przy nadmiernym zwiększeniu prędkości mieszania roztworu, istnieje ryzyko powstawania turbulencji, które zmniejszają siły adhezji mikroorganizmów do ługowanej skały, skutkiem czego może być spowolnienie procesu (Andrzejewska-Morzuch i Karwowska 2012).

W literaturze istnieją doniesienia o zwiększeniu efektywności bioługowania poprzez zastosowanie heterogennych hodowli (mikroorganizmy acidofilne i mikroflora towarzysząca). Udowodniono, że zastosowanie wspomagająco drobnoustrojów wydzielających biologiczne substancje powierzchniowo czynne – tzw. biosurfaktanty (BSPC), m.in. *Bacillus cereus* i *Bacillus subtilis,* pozwala na przeprowadzenie bioługowania nawet w pH około 7 (Karwowska i Andrzejewska-Morzuch 2012). Obecność w układzie ługującym substancji powierzchniowo czynnych pozwoliło na odzyskanie z odpadu pogalwanicznego średnio około 70% miedzi, w porównaniu do próbek bez BSPC (<10% odzysku Cu) (Karwowska i Andrzejewska-Morzuch 2012). Substancje powierzchniowo czynne produkowane przez bakterie to między innymi wielkocząsteczkowe polimery, które mają właściwości adhezyjne do różnych powierzchni (Błaszczyk 2007). Należy zatem wnioskować, że przyczyniły się one do zapewnienia efektywniejszego kontaktu bakterii z ługowanym materiałem, tworząc pewnego rodzaju „spoiwo" pomiędzy nimi.

Biorąc pod uwagę wybór metody bioługowania zawsze należy wziąć pod uwagę skład chemiczny i mineralogiczny rudy oraz stopień jej rozdrobnienia. Przyjmuje się, że ruda stanowiąca substrat dla biologicznego ługowania metali powinna zawierać cząstki o średnicy około 50 μm (Błaszczyk 2007).

Metody biogórnictwa zajmują niezwykle ważne miejsce we współczesnej metalurgii ze względu na liczne korzyści ekonomiczne i środowiskowe wynikające z ich stosowania (Kamiński i in. 2015). Cechuje je wysoka wydajność, o której można wnioskować na podstawie stopnia odzysku metalu z substratu, w zależności od zastosowanej technologii do 99% cynku, 97% miedzi, 40% srebra (Olson i in. 2003); 93% molibdenu (Nasernejad i in. 1999), 90% kobaltu (Brierley i Brierley, 2001). Biorąc pod uwagę aspekty środowiskowe najważniejszą korzyścią wydaje się możliwość pozyskiwania cennych pierwiastków z rud pozabilansowych i odpadów poeksploatacyjnych, w których niska zawartość metali powoduje nieopłacalność ich przeróbki (Kamiński i in. 2015), i które traktowane są jako odpady mineralne. Dodatkowo proces bioługowania nie generuje emisji zanieczyszczeń środowiskowych. Ze względu na wiele korzyści płynących z zastosowania metod „biogórnictwa" liczne ośrodki naukowe i przemysłowe z zakresu biotechnologii środowiskowej prowadzą nieustanne badania dotyczące zwiększenia wydajności procesu bioługowania. Dotyczą one głównie wykorzystania gatunków mikroorganizmów, których do tej pory nie stosowano w tym procesie oraz poszukiwania optimum warunków fizyczno-chemicznych do ich rozwoju.

Celem prezentowanych badań było określenie wpływu temperatury oraz składu chemicznego i mineralnego próbek skalnych na efektywność procesu bioługowania miedzi,

cynku, ołowiu i srebra z rudy piaskowcowej, łupkowej oraz węglanowej z wykorzystaniem szczepu *Acidithiobacillus ferrooxidans* R1 (DSM 29444).

2. Materiały i metody

2.1. Materiał do badań

Materiał do badań stanowiły fragmenty rdzeni wiertniczych (cechsztyn) o odmiennej litologii, pochodzące z różnych otworów wiertniczych wykonanych na monoklinie przedsudeckiej przez firmę MiedziCopper (próbki otrzymano od prof. S. Speczika). Każda z pobranych próbek reprezentowała inny typ rudy miedzionośnej (Tab. 1).

Tabela 1. Zestawienie i oznaczenie prób testowych skał

Typ rudy	Litostratygrafia	Typ skały	Otwór wiertniczy	Oznaczenie próby
Wapienna	Wapień cechsztyński	Wapienie dolomityczne	Nowa Sól C3	NS
Łupkowa	Łupek miedzionośny	Łupki ilaste/łupki margliste	Sulmierzyce C1	S
Piaskowcowa	Biały spągowiec	Piaskowce białe i szare	Wilcze W1	W

Z rozdrobnionych próbek skał okruszcowanych miedzią reprezentujących rudę piaskowcową, łupkową i węglanową oddzielono na sitach frakcję testową mieszczącą się w przedziale 0,063–0,25 mm. Układ ługujący stanowiły próbki skalne zalane medium mikrobiologicznym 9K Silvermana i Lundgrena. Tak sporządzone abiotyczne układy ługujące sporządzono także w wariantach biotycznych, które zaszczepiono inokulum bakteryjnym szczepów *Acidithiobacillus ferrooxidans* R1 (DSM 29444, Niemiecka Kolekcja Mikroorganizmów i Kultur Komórkowych GmbH, Instytut Leibniza DSMZ).

Warianty testowe inkubowano w warunkach tlenowych, z dostępem światła, w różnych warunkach temperaturowych: tj. 25°C ±1°C oraz w temperaturze 37°C ±1°C, które stanowiły dodatkowe zmienne eksperymentalne. Czas trwania eksperymentu wynosił 50 dni.

2.2. Metody analityczne

2.2.1. Analiza rentgenowska próbek skalnych

Do określenia składu mineralnego testowych próbek skalnych wykorzystano metodę dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRD) za pomocą proszkowego dyfraktometru rentgenowskiego firmy PANalytical, model Empyrean II, wyposażonego w grafitowy monochromator (002) oraz lampę Cu. Przygotowano nieseparowane preparaty proszkowe z próbek mineralnych uprzednio roztartych w moździerzu agatowym. Rejestrację prowadzono z rotacją 1 obr./16 s. w zakresie 3–85 2θ, z krokiem 0,0263°/2 s. Do rejestracji użyto promieniowania CoKα (Kα2 1,544426 Å) z zastosowaniem filtra Ni-β. Parametry prądowe dla pomiaru wynosiły: napięcie pobudzające 35 kV, natężenie prądu 30 mA. Do detekcji promieniowania wykorzystano szybki detektor PIXcel3D. Analizę jakościową i ilościową wykonano za pomocą oprogramowania Match!3 z wykorzystaniem bazy danych COD-Inorg REV214414 2019.03.29. Analizę Rietvelda przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania FullProf.

2.2.2. ICP-OES

Dla określenia ilościowej zawartości miedzi, cynku, ołowiu i srebra w roztworach poeksperymentalnych wykorzystano metodę spektrometrii atomowej (ICP-OES). Badania przeprowadzone za pomocą spektrometru ICP-OES modelu Optima 5300 DV firmy Perkin-Elmer, który jest wyposażony w automatyczny podajnik próbek AS 93plus.

3. Wyniki badań i dyskusja

3.1. Analiza rentgenowska próbek skalnych

Do określenia składu mineralnego testowych próbek skalnych wykorzystano metodę dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego. Wyniki analizy jakościowej oraz ilościowej metodą Rietvelda obrazuje Tabela 2.

Rozpoznanie składu mineralnego próbek miało podstawowe znaczenie w celu określenia wpływu litologii testowych skał na efektywność wyługowania z nich wybranych metali. W eksperymencie przebadano trzy typy rud: węglanową, łupkową i piaskowcową, które były zróżnicowane pod względem litologii, mineralizacji kruszcowej oraz procentowej zawartości metali. Istotnym czynnikiem, na który przekłada się skład chemiczny skał jest pH środowiska, w którym prowadzony jest proces ługowania. Udowodniono, że wartość wykładnika stężenia jonów wodorowych ma bezpośredni wpływ na efektywność

Tabela 2. Wyniki analizy jakościowej oraz ilościowej dla wapienia cechsztyńskiego, łupka miedzionośnego i piaskowca

Minerał	Analiza Rietvelda		
	ruda węglanowa	ruda łupkowa	ruda piaskowcowa
	zawartość [%]		
Dolomit	69,2	14,7	–
Anhydryt	17,3	–	–
Kwarc	4,8	24,4	–
Kalcyt	8,6	57,9	–
Materia organiczna	–	3,1	–
Kwarc	–	–	73,5
Chalcedon	–	–	26,5

bioługowania. Badacze Bayat i Sari (2010) po 20 dniach trwania eksperymentu ługowania metali, w obecności bakterii *A. ferrooxidans* przy pH równym 2, odnotowali wyługowanie ponad 90% cynku, miedzi oraz niklu. W próbach o pH 4 efektywność usuwania metali była niższa, tj. 40–60%, a przy wzroście pH ponad 6 wynik ten nie przekroczył już 20%. Również w pracy Karwowskiej (2007) prowadzenie ługowania w zakresie pH kwaśnego spowodowało usunięcie do 94% miedzi, 84% ołowiu i do 100% cynku. W próbkach rudy łupkowej i wapiennej obserwujemy dość wysoką zawartość minerałów z grupy węglanów, odpowiednio dla rudy łupkowej około 65% udziału kalcytu i dolomitu, dla rudy wapiennej ponad 80%. Można założyć, że pH środowiska, w którym będą ługowane metale z omawianych rud będzie neutralne lub zasadowe. Taka sytuacja negatywnie wpływa na rozwój bakterii, dla których optymalne pH do wzrostu i rozwoju mieści się w granicach pH kwaśnego około 2. Stąd można się spodziewać, że efektywność ługowania metali z rudy wapiennej i łupkowej powinna być niższa niż z rudy piaskowcowej.

3.2. Analizy ilościowe zawartości pierwiastków metodą ICP-OES

Próbki referencyjne skał oraz roztwory poeksperymentalne poddano analizie ICP w celu określenia zawartości wybranych pierwiastków, tj. miedzi, cynku, ołowiu i srebra w testowych rudach. Wyniki analiz chemicznych badanych skał i roztworów przedstawiono w Tabeli 3.

Otrzymane wyniki wskazują, że zarówno w próbach biotycznych, jak i abiotycznych, badane metale zostały wyługowane do roztworu w różnym stopniu. We wszystkich pró-

Tabela 3. Zawartości pierwiastków w surowych próbkach skalnych przed eksperymentem (NS, S, W) oraz w roztworach poeksperymentalnych – ICP-OES

Oznaczenie próby	Ag	Cu	Pb	Zn
	[mg/L]			
NS	0,307	73,546	1,544	0,355
NSA 25	0,036	0,094	0,000	0,000
NSB 25	0,048	0,277	0,140	0,286
NSA 37	0,023	0,021	0,000	0,000
NSB 37	0,033	2,348	0,000	0,076
S	0,135	15,431	58,498	130,492
SA 25	0,021	0,000	0,000	0,000
SB 25	0,045	0,003	0,000	12,842
SA 37	0,022	0,009	0,000	0,182
SB 37	0,020	0,085	0,000	0,005
W	0,168	1 172,000	47,813	120,000
WA 25	0,012	264,928	2,470	3,781
WB 25	0,026	296,819	1,344	8,003
WA 37	0,043	349,763	1,552	6,725
WB 37	0,056	344,217	1,397	6,648

Oznaczenia: A – próba abiotyczna; B – próba biotyczna; NS – Nowa Sól; S – Sulmierzyce; W – Wilcze; 25, 37 – próby inkubowane odpowiednio w temperaturze 25 i 37°C.

bach z obecnymi mikroorganizmami efektywność procesu była wyższa w stosunku do prób kontrolnych. Po zakończeniu eksperymentu zostały przebadane jedynie roztwory poeksperymentalne, stąd faktyczne wyniki dla próbek biotycznych mogą być zaniżone. Wiąże się to z prawdopodobieństwem wychwycenia metali przez biomasę bakteryjną (zjawisko biosorpcji).

Wyniki analiz chemicznych roztworów poeksperymentalnych potwierdziły, że litologia badanych skał miała bezpośredni wpływ na stopień wyługowania metali. Zgodnie z przyjętymi założeniami procentowo więcej miedzi i innych pierwiastków zostało uwolnione z rudy piaskowcowej niż z pozostałych rud, zarówno w próbkach biotycznych jak i kontrolnych, tj. z rudy piaskowcowej – około 22–30%; rudy z dużym udziałem minerałów węglanowych: ruda wapienna – około 0–3%; ruda łupkowa około 0–0,5%. Jedynie w przypadku cynku zostało usunięte 80% całej zawartości z próbki rudy wapiennej.

Procesy ługowania w tej próbce zachodziły w pH zasadowym. Wyniki te są szczególnie interesujące z uwagi na fakt braku podobnych wyników w danych literaturowych. W przypadku rud węglanowych mechanizm ługowania kwaśnego może zostać zachowany. W przestrzeniach pomiędzy ziarnami skały tworzą się mikronisze o niskim pH, gdzie lokalnie mogą zachodzić reakcje ługowania metali przy aktywności mikroorganizmów acidofilnych.

Wyniki analiz ICP wskazują, że zmienna temperaturowa w różny sposób oddziaływała na efektywność bioługowania. W obecności bakterii miedź była efektywniej (ok. 3–4% więcej) uwalniana do roztworu w wyższej temperaturze (37°C). Podobne wyniki otrzymały Andrzejewska-Morzuch i Karwowska (2012), które odnotowały w próbach popiołów z elektrociepłowni, bioługowanie miedzi na poziomie 0,42% w temperaturze 22°C i odpowiednio 6,34% w temperaturze 37°C (czas eksperymentu 14 dni).

Z kolei w przypadku cynku proces bioługowania był bardziej efektywny w niższej temperaturze, tj. 25°C, osiągając poziom 80% usuniętego metalu dla próbki rudy wapiennej. Usuwanie cynku z rudy łupkowej i rudy piaskowcowej było odpowiednio o 9,84% i 1,13% wyższe w temperaturze 25°C (niż w 37°C). Podobny efekt zaobserwowano w badaniach Andrzejewskiej-Morzuch i Karwowskiej (2012) dla popiołu – cynk w temperaturze 22°C usuwany był na poziomie 4,4%, w temperaturze 37°C tylko w zakresie 3,9%.

Wnioski

W toku badań potwierdzono, że możliwe jest zastosowanie metod biologicznych w celu odzysku wybranych metali z rud miedzi z cechsztyńskich utworów południowo-zachodniej Polski. W badaniach czynnikami różnicującymi efektywność procesu były litologia rudy oraz temperatura realizowanego procesu. Na podstawie uzyskanych wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

- Stopień odzysku metali był różny w zależności od litologii materiału skalnego, który poddano procesowi bioługowania. Skład mineralogiczny rudy miał bezpośrednie przełożenie na pH środowiska prowadzenia procesu. Zgodnie z danymi literaturowymi najwyższą efektywność bioługowania odnotowano przy kwaśnym odczynie środowiska (ruda piaskowcowa) w porównaniu do prób o dużej zawartości płonnych minerałów węglanowych (tj. ruda wapienna oraz ruda łupkowa). Jedynie w przypadku cynku w biotycznej próbie rudy wapiennej (pH zasadowe) wyługowane zostało 80% pierwotnej zawartości tego metalu.
- W przypadku prawie wszystkich prób, w których odnotowano aktywność bakterii ługujących *Acidithiobacillus ferrooxidans* R1 odzysk metali Ag, Cu, Zn (z wyjątkiem Pb) był efektywniejszy niż w próbach abiotycznych. Stąd można wnioskować, że obecność czynnika biotycznego podniosła efektywność procesu ługowania vs. ługowanie chemiczne.

- Zastosowanie zróżnicowanych temperatur w procesie bioługowania wpłynęło w różny sposób na efektywność tego procesu w zależności od usuwanego metalu. Wzrost temperatury (37°C vs. 25°C) pozytywnie wpłynął na efektywność bioługowania miedzi (0,5–4,0%). Z kolei stopień odzysku srebra i cynku okazał się wyższy w niższej temperaturze 25°C. Dla próbek ołowiu nie zaobserwowano zależności efektywności ługowania od temperatury.
- Efektywność ługowania poszczególnych metali była różna w zależności od badanego pierwiastka. Najwyższą efektywność bioługowania odnotowano dla cynku, około 80%, w próbce biotycznej rudy wapiennej. Odzysk srebra i miedzi nie przekroczył wartości 30%. Najniższe wartości otrzymano dla ołowiu, wyługowanie tego metalu nie przekroczyło poziomu 9%.

Literatura

Andrzejewska-Morzuch D., Karwowska E. 2012. Wpływ temperatury, intensywności mieszania oraz napowietrzenia na efektywność procesu bioługowania metali z wybranych odpadów przemysłowych. Rocznik Ochrona Środowiska 14, 623–631.

Baker B.J., Banfield J.F. 2003. Microbial communities in acid mine drainage. FEMS Microbiol Ecol 44, 139–152.

Bayat B., Sari B. 2010. Comparative evaluation of microbial and chemical leaching processes for heavy metal removal from dewatered metal plating sludge. Journal of Hazardous Materials 174, 163–169

Bini E. 2010. Archaeal transformation of metals in the environment. FEMS Microbiol Ecol 73: 1-16.

Błaszczyk M.K. 2007. Mikroorganizmy w ochronie środowiska. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Bosecker K. 1997. Bioleaching: metal solubilization by microorganisms. FEMS Microbiol Rev. 20, 591–604.

Brierley J.A., Brierley C.L. 1999–2001. Present and future commercial applications of biohydrometallurgy. Hydrometallurgy 59, 233-239.

Brierley C.L., Brierley J. 2013. Progress in bioleaching: part B: applications of microbial processes by the minerals industries. Appl Microbiol Biotechnol 97, 7543–7552.

Colmer A.R., Temple K.L., Hinkle M.E. 1950. An iron-oxidizing bacterium from the acid drainage of some bituminous coal mines. J. Bacteriol. 59, 317.

Filali-Meknassi Y., Tyagi R.D., Narasiah K.S. 2000. Simultaneous sewage sludge digestion and metal leaching: effect of aeration. Process Biochemistry 36, 263–273.

Gentina J.C., Acevedo F. 2016. Copper Bioleaching in Chile. Minerals. 6(1), 23.

Gilbertson B.P. 2000. Creating value through innovation: biotechnology in mining. Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy: Section C Volume 109.

Golyshina O.V., Timmis K.N. 2005. Ferroplasma and relatives, recently discovered cell wall-lacking archaea making a living in extremely acid, heavy metal-rich environments. Environ Microbiol 7, 1277–1288.

Johnson D.B. 1998. Biodiversity and ecology of acidophilic microorganisms. FEMS Microbiology Ecology 27, 307–317.

Johnson D.B. 2014. Biomining – biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials. Current Opinion in Biotechnology 30, 24–31.

Kamiński P., Wajda Ł., Herezy Ł. 2015. Przegląd nowych kierunków badań nad technologiami wykorzystującymi procesy bioługowania. Rudy i Metale Nieżelazne Recykling 60(2), 79–85.

Karwowska E. 2007. Mikrobiologiczne procesy usuwania metali ze ścieków i szlamów galwanizerskich. Prace naukowe Inżynieria Środowiska. Zeszyt 51. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Karwowska E., Andrzejewska-Morzuch D. 2012. Bioługwanie metali ciężkich z odpadów pogalwanicznych przy neutralnym pH środowiska, w obecności bakterii produkujących biosurfaktanty. Rocznik Ochrona Środowiska 14, 597–606.

Kunicki-Goldfinger W.J.H. 2007. Życie bakterii. PWN Warszawa.

Nasernejad B., Kaghazchi T., Edrisi M., Sohrabi M. 1999. Bioleaching of molybdenum from low-grade copper ore. Process Biochem 35, 437–440.

Olson G.J., Brierley J.A., Brierley C.L. 2003. Bioleaching review part B: progress in bioleaching: applications of microbial processes by the minerals industries. Appl Microbiol Biotechnol 63, 249–257.

Rawlings D.E., Dew D., Du Plesis C. 2003. Biomineralization of metal-containing ores and concentrates. Trends in Biotechnology 21, 38–44.

Rawlings D.E., Johnson D.B. 2007. The microbiology of biomining: development and optimization of mineral-oxidizing microbial consortia. Microbiology 153, 315–324.

Rezza I., Salinas E., Elorza M., Sanz de Tosetti M., Donati E. 2001. Mechanisms involved in bioleaching of aluminosilicate by heterotrophic microorganisms. Process Biochemistry 36, 495–500.

Rouchalova D., Rouchalova K., Janakova I., Cablik V., Janstova S. 2020. Bioleaching of Iron, Copper, Lead, and Zinc from the Sludge Mining Sediment at Different Particle Sizes, pH, and Pulp Density Using Acidithiobacillus ferrooxidans. Minerals 10, 1013.

Sand W., Gehrke T. 1999. Analysis and Function of the EPS from the Strong Acidophile Thiobacillus ferrooxidans. [W:] Wingender J., Neu T.R., Flemming HC. (red.) Microbial Extracellular Polymeric Substances. Springer, Berlin, Heidelberg.

Schippers A. 2007. Microorganisms involved in bioleaching and nucleic acid-based molecular methods for their identification and quantification (Chap. 1). [W:] Donati E.R., Sand W. (red.) Microbial processing of metal sulfides. Springer, Dordrecht Schippers, A. Hedrich, S. Vasters, J. Drobe, M. Sand, W. Willscher, S. 2014 – Biomining: Metal recovery from ores with microorganisms. Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.

Vera M., Schippers A., Sand W. 2013. Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulfide oxidation – part A. Appl Microbiol Biotechnol 97, 7529–7541.

Watling H.R. 2006. The bioleaching of sulphide minerals with emphasis on copper sulphides – A review. Hydrometallurgy 84, 81–108.

Watling H.R., Perrot F.A., Shiers D. W. 2008. Comparison of selected characteristics of Sulfobacillus species and review of their occurrence in acidic and bioleaching environments. Hydrometallurgy 93, 57–65.

Nowe złoża Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej – anatomia sukcesu

***Stanisław Speczik*[1]**

[1] Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Czas Szefowej i Jana Wyżykowskiego

W nauce dość częstym zjawiskiem jest, że obrany na początku kariery naukowej kierunek badań pozostaje przewodnim, a niekiedy jedynym w całym okresie działalności naukowej. W moim przypadku ten kierunek nadań stał się nie jedynym, ale głównym, zwłaszcza na początku i na zakończeniu działalności naukowej. Po drodze były badania złoża Fe-Ti-V intruzji Suwalskiej, metalogeneza masywu kłodzko-złotostockiego, ofiolitu Ślęży, kimberlity CNARS, zakończenie sukcesem poszukiwania złota w *Battle Mountain* (Nevada), ochrona i racjonalna gospodarka zasobami Ziemi i wiele, wiele innych.

Tematyka złóż rud miedzi zaczęła się w końcu grudniu 1972 roku na spotkaniu imieninowym u „Szefowej" doc. dr hab. Eugenii Zimnoch, które zaszczycił swoją obecnością dr Jan Wyżykowski – niekwestionowany odkrywca złóż miedzi. Spotkanie jak zwykle było huczne, były śpiewy, w których wyróżniał się dr Jan swoim pięknym tenorem lirycznym, starałem się go nieco uzupełniać tenorem bohaterskim. W dyskusji Szefowa poprosiła dr. Jana o sugestie dotyczące tematu doktoratu dla nowego nabytku Zakładu Geologii i Ekonomiki Złóż, czyli mnie. Z oczywistych względów spotkanie w tej mierze odbyło się w innym późniejszym terminie, to jest w marcu 1973 roku w Instytucie Geologicznym. Był to czas, kiedy w nauce modne stały się hydrotermy podmorskie, których gorącym orędownikiem był pozostający w opozycji do dr J. Wyżykowskiego – dr S. Lisiakiewicz. Doktor J. Wyżykowski, podobnie jak jego wielki przyjaciel, z drugiej strony granicy dr Johannes Rentzsch, uważał, i słusznie, że rozwiązanie genezy złóż rud miedzi tkwi w zrozumieniu roli i genezy utlenionej facji *Rote Faule* (Wyżykowski 1971; Rentzsch 1974).

Konkluzja była prosta: „zbadasz co jest pod złożem, dostaniesz wszystkie nasze rdzenie z czerwonego spągowca i starszego podłoża, znajdziesz hydrotermy – dobrze dla Ciebie,

nie znajdziesz, źle dla Lisiakiewicza". Część próbek pobierałem w magazynach rdzeni PIG, część bezpośrednio na wierceniach, co było źródłem bardzo ciekawych doświadczeń. Wierciliśmy beznadziejnym sprzętem, masa instrumentacji, bicie rekordów ZIF-em 750, otwory 1000 metrowe na Żukowicach (obecnie teren Huty Głogów), ale pamiętam przede wszystkim ogniska z udziałem Mistrza Jana. Hydroterm nie znalazłem, czerwony spągowiec był nieciekawy, choć przebadałem go bardzo dokładnie petrograficznie i chemiczne. Ciekawszy był karbon z dużą różnorodnością petrologiczną i przejawami mineralizacji kruszcowej. W efekcie to karbonowi poświęciłem głównie swoją pracę doktorską.

Mikroskop POLMI–DDR-owska niezła produkcja z Jena–Zeiss – połączył mnie i Sławka Oszczepalskiego na całe życie. Mikroskop mieścił się w moim pierwszym pokoiku na Wydziale, obok toalety męskiej, z dobrze słyszalną działalnością spłuczek Niagara ze Stąporkowa. Ja, czasowy „skowronek", przed południem kończyłem swoją pracę doktorską, Sławek na drugą zmianę był użytkownikiem mikroskopu robiąc swoją pracę magisterską. Wtedy ja byłem dla niego autorytetem, później uzupełnialiśmy się znakomicie. Sławek sprofilował blisko tysiąc otworów wiertniczych z łupkiem miedzionośnym, doszedł do takiej wprawy, że z dokładnością do 0,1%, na tak zwane oko, określał zawartość miedzi w profilu. Bez jego bazy danych Cu, którą prowadził w PGI, nie byłoby szans na wytyczanie obszarów perspektywicznych dla złóż Cu-Ag w Polsce.

Po zakończeniu prac nad doktoratem wybrałem się do profesora Kazimierza Smulikowskiego – Naczelnego periodyku naukowego *Geologia Sudetica*, z rękopisem pracy doktorskiej, z prośbą o uwagi i rozważenie możliwości opublikowania w GS. Profesor przyjął mnie z rewizytą już po dwóch dniach i był bardzo uradowany. W pracy zamieściłem tabelkę z wynikami analiz chemicznych skał czerwonego spągowca. Miedź występująca na poziomie zaledwie kilku ppm, wspomniałem, że może została wyługowana, nie wiążąc tego zjawiska bezpośrednio ze złożami miedzi. Profesor stwierdził „udało się, mamy źródło miedzi", rzeczywiście setki metrów serii wulkaniczno-osadowych, tufity, piaskowce arkozowe, litoklastyczne, gdzie podziała się miedź? Szybko wzmocniłem ten wątek we wnioskach z badań (Speczik 1979). Profesorowi jestem dozgonnie wdzięczny za Jego przenikliwość i odwagę, której wtedy mi trochę brakowało. Tak oto wynik negatywny może okazać się nadzwyczaj istotny dla zrozumienia wspomnianego *Rote Faule*.

Stypendia w USA i Aachen

Ten kierunek badań, czyli źródła miedzi w polskich złożach, miałem możliwość rozwijać w czasie stypendium w University of Kansas (USA), ściślej w Kansas Geological Survey. W upale 40°C, w garniturze, zameldowałem się u dziekana Wydziału Geologii Profesora Erni Engino (w szortach i podkoszulce). Po miłej dyskusji Erni skontaktował mnie z dr. Pieterem Berendsenem z Kansas Geological Survey (w tym stanie w ramach

struktury University of Kansas). Dzięki współpracy z Pieterem miałem możliwość odwiedzić złoża miedzi skałach osadowych *Creta, Nacimento*, a także wiele złóż miedzi typu porfirowego. Nasze wspólne przemyślenia, jak i wizyta dr Berendsena w Polsce, zaowocowały pracami, w których porównujemy złoża miedzi typu *Kupferschifer* ze złożami *US Midcontinent* w skałach osadowych. Prace te zostały podsumowane w artykule Speczik S. i Berendsen P. (1985) gdzie sugerowany mechanizm ługowania metali ze skał tzw. *Redbed* w obu obszarach jest prawie analogiczny z podstawową różnicą w kierunku i czasie przemieszczenia metali do facji redukcyjnych. W złożach *US Midcontinent* skały *Redbed* położone są poniżej lub obocznie do skał facji redukcyjnej, zaś w Europie poniżej. W złożach *Midcontinent* sugerowany jest proces syndiagenetyczny, w Europie dzięki nowszym pracom proces epigenetyczny nie jest kwestionowany.

Łupek miedzionośny występuje na znacznym obszarze basenu cechsztyńskiego w Europie, a także w Polsce. Prof. S. Oszczepalski oraz dr A. Rydzewski systematycznie badali otwory wiertnicze, które nawierciły horyzont miedzionośny w Polsce, także odmiany łupka pozbawionego mineralizacji. Znajduje to odbicie w ich licznych pracach publikowanych i archiwalnych PIG, jak i w kolejnych wersjach Atlasu Metalogenicznego Cechsztyńskiej Serii Miedzionośnej w Polsce (Oszczepalski i Rydzewski 1997). Zasadniczą, istotną różnicą w składzie mineralogicznym i chemicznym odmiany okruszcowanej i nieokruszczowanej jest jedynie brak metali kruszcowych. Prowadziliśmy w tej kwestii liczne dyskusje z profesorami M. Banasiem, Cz. Harańczykiem, S. Oszczepalskim, A. Piestrzyńskim, które doprowadziły mnie do wniosku, że różnicy trzeba szukać w dojrzałości materii organicznej i jej składzie w obu odmianach łupku miedzionośnego.

Przygotowałem w tym zakresie projekt badawczy przedstawiony Fundacji Humboldta, który został zaakceptowany. Wybór ośrodka naukowego nie był przypadkowy, wybrałem RWTH Aachen i Instytut Prof. Guntera Friedricha, bo pracowało tam kilku geologów zajmujących się problematyką złóż typu *Kupferschiefer*, ale nade wszystko dlatego że w ramach RWTH działał Wydział Geologii i Geochemii Ropy i Węgla prof. M. Wolf, wyposażony w unikalną aparaturę idealnie pasującą do założonych przeze mnie badań. Moim przewodnikiem po trudnej i częściowo nowej dla mnie petrologii macerałów węgla był dr H. Hagemann, który wprowadził mnie w tajniki obsługi aparatury i opracowania wyników pomiarów (Speczik i Hagemann i in. 1998). Łącznie wykonałem w jego pracowni 412 reflektogramów z preparatów ze skał podłoża (głównie karbonu) i ze skał horyzontu miedzionośnego. Moimi współpracownikami był wybitny analityk dr Ch. Merz, dr R. Diedel, któremu pomagałem w doktoracie, dr W. Fermont (Rock Eval), z czasem dołączył do nas specjalista od izotopów dr A. Bechtel z Uniwersytetu Bonn.

Sukcesem było włączenie do zespołu dr. W. Puttmanna, specjalisty od geochemii organicznej. Wili zajmował się dotychczas problematyką ochrony środowiska, skażeniami materiałem organicznym i ropopochodnymi. Problematyka bituminów w łupku miedzionośnym była dla niego nowa. Na pierwszy ogień badawczy poszły ekstrakty z niezmineralizowanych odmian łupka, wyniki były takie jakich oczekiwał Willy, dominujące węglowodory nasycone w mniejszej ilości a aromatyczne w zależności od głębokości pobrania prób.

Do analiz przekazałem kolejne próbki z dwóch profili pobranych w kopalń Konrad i Rudna obejmujące kontakt utlenionej facji *Rote Faule* i strefy zmineralizowanej, nie uprzedzając go jakich wyników oczekuję. Po pierwsze ilość ekstraktu był zróżnicowana i znacznie mniejsza niż w pierwszym przypadku, wyniki zdecydowanie inne od wcześniejszych analiz. Willy zadzwonił do mnie załamany „Stan nic z tego nie wychodzi, te próbki są w różnym stopniu, nawet znacznym stopniu utlenione, nie wiem czy z tych chromatogramów da się coś wyciągnąć". Całą drogę do pracowni Willego przebiegłem w nastroju triumfalnym. Udało się potwierdzić, że materia organiczna zanotowała epigenetyczny charakter *Rote Faulę* i drogę przepływu roztworów mineralizujących. Można zilustrować ten proces na wiele sposobów, ale najlepiej jest to widoczne w zmieniającym się stosunku phenantrenów do metylphenanterenów na wzmiankowanych profilach z kopalń Konrad i Rudna. Zmienność ta została wykorzystana z sukcesem dla wyznaczenia granicy złoża Nowa Sól z zielonogórskim obszarem utlenionym (Speczik i Puttmann 1987; Speczik i in. 1987).

Dalej sprawy potoczyły się szybko, do grupy wskaźnikowych związków organicznych dołączył stosunek pristan/phytan i rozkłady ilościowe w grupie hopanów i moretanów. Przybywało coraz więcej wiedzy o zmienności zawartości i składzie nasyconych alkanów, związków aromatycznych i heterocyklicznych wraz ze zmieniającą się odległością do pozycji facji *Rote Faule*. Opisano zmienność wykształcenia macerałów węgla w stosunku do położenia facji *Rote Faule*, jak i od wykształcenia łupka miedzionośnego i jego odpowiednika z niecki północnosudeckiej – *Kupfermergla* (Speczik i in. 1995). Badania izotopów siarki wykazały, że jak wcześniej sądzono, biologiczna redukcja siarczanów zdominowała produkcję siarki siarczkowej w złożach miedzi, aczkolwiek temokatalityczny proces produkcji siarki siarczkowej został potwierdzony na kopalni Konrad i w wydmowych (pozbawionych łupka miedzionośnego) obszarach kopalni Rudna (Speczik i in. 1993).

Nową metodą w badaniach materii organicznej łupka miedzionośnego (z sukcesem stosowaną także późniejszych badaniach PGI a także MCC) była analiza Rock Eval (Sun i in. 1995) Generalnie obserwowany jest spadek indeksu HI w kierunku facji *Rote Faule*, aczkolwiek jest on w dużym stopniu zależny od odległości horyzontu zmineralizowanego od RF, a także od rodzaju kerogenu. Podobną korelację z RF wykazuje parametr T max. °C.

Państwowy Instytut Geologiczny i KGHM

W połowie lat 90. w związku z powołaniem w skład Rady Nadzorczej KGHM powstały dla mnie nowe możliwości pozyskiwania materiałów badawczych, a także włączenia się w działania zasobowe. Jednym z efektów tych działań był patent na metodę eksploatacji tzw. cienkiego złoża, który zmniejszył wolumen zubożenia złoża o blisko 4 mln ton. Innym efektem był szereg publikacji poświęconych stanowi badań utworów cechsztynu

w Polsce, perspektywom trwałości funkcjonowania KGHM, a także potwierdzenie możliwości odkrycia nowych obszarów zasobowych (Speczik i in. 1996a). Dotyczyło to także możliwości wzrostu jakości złóż przedsudeckich i możliwości poprawy przeróbki, odzysku nowych metali i zwiększenia produkcji srebra, złota i platynowców (Speczik 1996; Speczik i in. 1996b).

Jednakże lata 90. były latami złota, ukazało się szereg publikacji po raz pierwszy dokumentujących prawdziwe miejsce złota w systemie mineralizującym. A zaczęło się latem 1995 roku w restauracji, nomen omen, Gorączka Złota przy ul. Wilczej w Warszawie, kiedy to spotkałem się z Profesorem A. Piestrzyńskim i gorąco dyskutowaliśmy, co z tym złotem i gdzie ono powinno być. W efekcie uznaliśmy, że jeżeli wziąć pod uwagę geochemię złota, szereg napięciowy metali i elektroujemność metali towarzyszących, to złoto powinno koncentrować się poniżej horyzontu miedzionośnego. Stosowny projekt zapisaliśmy na serwetce restauracyjnej i przystąpiliśmy do realizacji. Efektem był opisany nowy typ złoża typu *Kupferschiefer* Au-Pt-Pd, (Piestrzyński i in. 1996; Speczik i in. 1997a, b). Z uwagi na położenie horyzontu złotonośnego wykonano próbę selektywnej eksploatacji, przy dzisiejszych cenach pozytywną. Niestety, najbogatsze w złoto partie złoża na kopalni Polkowice już wyeksploatowano. Szansa selektywnej eksploatacji istnieje w przyszłości za zachodzie ze złóż Radwanice, Gaworzyce i południu złoża Nowa Sól.

Problematykę rozwoju bazy zasobowej kontynuowałem po powołaniu na stanowisko prezesa KGHM (Oszczepalski i Speczik 2011). Dostęp do materiałów źródłowych, szybkość sczerpywania zasobów przemysłowych uświadomiły mi, że należy pilnie wznowić program poszukiwania i dokumentowania nowych złóż. Także dokonać istotnych zmian w strategii KGHM do 2020 roku, tak by utrzymać wolumen produkcji własnej (Podstawowe Założenia Programu Rozwoju KGHM Polska Miedź SA na lata 2004–2020, luty 2004). Niestety wiele z tych postulatów nie zostało zrealizowanych, co jest źródłem wielu obecnych problemów w tym zakresie.

Nie pamiętam kiedy dokładnie, ale gdzieś w połowie lat 80. wraz z moim najbliższym współpracownikiem, prof. dr hab. S. Oszczepalskim, wytyczyliśmy sobie podstawowe problemy jakie należy rozwiązać, by mieć szansę na sięgnięcie do obszarów prognostycznych złóż miedzi wytyczanych od pewnego czasu przez nasz zespół. Punktem wyjścia była baza Cu-Ag uzupełniana na bieżąco przez zespół profesora Oszczepalskiego i dr. A. Rydzewskiego wynikami badań otworów odwiercanych przez górnictwo naftowe. Po pierwsze postanowiliśmy przenieść nasze doświadczenia uzyskane ze współpracy z ośrodkami w Aachen, Bonn i innymi, a dotyczącymi badania parametrów organiczno-geochemicznych, jako wskaźników występowania bogatej mineralizacji kruszcowej. Po drugie zbadanie temperatury współczesnego pola cieplnego na monoklinie, poprzez zbadanie gęstości strumienia cieplnego w otworach wiertniczych, przewodności cieplnej skał podłoża, określenie dojrzałości materii organicznej, także pod kątem odkreślenia temperatury roztworów mineralizujących.

To ostatnie było niezmiernie istotne, jako że wysoki gradient geotermiczny w tym obszarze uważany był za barierę technologiczną z uwagi na prognozowaną wysoką tempera-

turę wyrobisk górniczych. Kolejną barierą techniczną, uznaną za graniczną w obowiązujących wówczas kryteriach bilansowości była głębokość zalegania złoża i jego eksploatacji. Dlatego też rozpoczęliśmy gromadzić wiedzę na temat głębokich kopalń na świecie, nowości technologicznych, metod eksploatacji, klimatyzacji i akceptowalnej dla środowiska metody utylizacji odpadów. Z czasem rozpoczęliśmy upowszechnianie tej wiedzy publikacjach na konferencjach naukowych, w tym organizowanych przez KGHM (Oszczepalski i in. 2014; Speczik 2015; Zieliński i Speczik 2017).

W latach 1998–2006 udało mi się pozyskać trzy granty KBN i w latach 2005–2008 grant KGHM nakierowane na wyznaczone kierunki badań. Otworzyło to drogę do pozyskania nowych materiałów z wierceń, ale przede wszystkim na zbadanie nowoczesnymi metodami materiałów archiwalnych. Do zespołu dołączył wybitny znawca petrologii węgla dr G.J. Nowak, specjalistka od pomiarów zdolności refleksyjnej witrynitu dr I. Grotek i z czasem dr M. Karwasiecka, która określiła temperatury podłoża monokliny przedsudeckiej metodą szacowania wartości strumienia ciepłego (Speczik i in. 2007a). Tak wzmocnieni zabraliśmy się za badanie archiwalnych materiałów i nowych profili pozyskanych dzięki wsparciu wspomnianych grantów.

Wyniki tych badań uzupełniły i poszerzyły naszą wiedzę szczególnie w zakresie badania macerałów węgla. Dotychczasowe badania ograniczały się głównie do strefy złożowej KGHM, a teraz rozszerzono je na obszar całej Polski. Analizom mikroskopowym poddano przeszło 300 próbek z 189 otworów wiertniczych. Analiza petrologiczna organiki w łupku utlenionym pokazała, że jej skład nie wykazuje zależności od głębokości występowania, ale jest funkcją epigenetycznego utleniania. Przejawia się to zanikiem macerałów mało stabilnych (liptynitu, asocjacji sapropelowo-mineralnej) oraz dominacją materiału przeobrażonego bituminitu, materiału witrynitopodobnego przy udziale stałych bituminów i materii mineralnej (BTM). Spadkowi zawartości liptynitu towarzyszy wzrost refleksyjności witrynitu R_0 do 1,3% w rejonie występowania utworów utlenionych (Speczik i in. 2007b). Określono także stopień dojrzałości materii organicznej oraz maksymalne temperatury oddziałujące na łupki miedzionośne w granicach 100 do 135°C.

Maksymalne paleotemperatury są wyższe od wynikających z maksymalnego pogrążenia spągu cechsztyn. Co pozwala wnioskować, że na powstanie lokalnych, anormalnych wartości R_o w rejonie występowania utworów utlenionych i miedzionośnych decydujący wpływ miał przepływ utleniających roztworów kruszconośnych. Ekspansja roztworów mineralizujących wywołała przemieszczenie mineralizacji, w większym stopniu miedziowo-srebrowej, niż mniej mobilnej Au-Pt-Pd, rozszerzanie obszarów utlenionych oraz redystrybucję metali szlachetnych i niektórych kolorowych.

Nasz zespół był niezmiernie aktywny naukowo, byliśmy na wszystkich konferencjach SGA, także na wielu konferencjach branżowych na świecie. Z tego okresu chcę wspomnieć o *International Symposium Zechstein* w Hannoverze i III SGA *Biennial Meeting* w Atenach. Na tym pierwszym dość ostro przyatakował mnie Profesor Hans Wedephol, wybitny geochemik, autor licznych podręczników zwany „Cesarzem". Profesor nigdy nie przestał być zwolennikiem syngenetycznego charakteru mineralizacji typu *Kupferschiefer*

i moje otwarte wsparcie poglądów epigenetycznych bardzo go zirytowało (Speczik i in. 1987). W obronę wziął mnie wówczas dr J. Rentzsch, moim zdaniem najpoważniejszy badacz tej mineralizacji, Rentzsch już w 1974 odnotował zmiany materii organicznej na kontakcie z facją *Rote Faule*. To zdarzenie było początkiem naszej przyjaźni, spotykaliśmy się na konferencjach, zapraszałem go do Polski, on pisał do mnie odręczne listy o geologii i wszystkim, będące arcydziełami sztuki epistolarnej. Z mojej strony była tylko pamięć o Geburstagu i Świętach Bożego Narodzenia. W Atenach po raz pierwszy przedstawiliśmy zbiorcze wyniki naszych badań na mapach a nasza prezentacja została uznana za najlepszą na Konferencji (Speczik i in. 2003).

Dołączenie w szerokim zakresie badań metodą Rock Eval okazało się strzałem w dziesiątkę. Łączna analiza parametrów R_0, HI, OI, i T_{max} w łupku miedzionośnym wykazała dwie zasadnicze tendencje wzrostowe, zgodne z głębokością pogrążenia i w kierunku utworów utlenionych. Anomalne przyrosty paleotemperatury w systemie mineralizacyjnym otoczenia bloku przedsudeckiego, systematyczny spadek wskaźnika wodorowego i TOC w stronę utworów utlenionych koreluje się ze wzrostem zawartości hematytu, utlenieniem macerałów węgla, koncentracją węglowodorów aromatycznych, phenantrenów, i asphaltenów, potwierdza degradację materiału organicznego związaną z powstawaniem utworów utlenionych facji *Rote Faule*. Utwory utlenione, cechujące się najwyższymi wartościami T_{max} i R_o, były centrami, którymi dostarczane były zasobne w metale fluidy utleniające (Speczik i in. 2003, 2007). Te obserwacje zostały wykorzystane w praktyce działania Spółek MCC jako podstawowy wskaźnik poszukiwania bogatej mineralizacji kruszcowej, określany potoczne jako „silne *Rote Faule*".

Współczesne pole cieplne w południowo-zachodniej Polsce cechował dość niski stopień rozpoznania, poza obszarem LGOM rozpoznanym dość szczegółowo na podstawie danych z kilkuset otworów wiertniczych przez S. Downorowicza (1963, 1983). Na ich podstawie Downorowicz określił temperaturę w płytszych partiach złoża Lubin, Polkowice i Sieroszowice na 24–35°C, ze wzrostem temperatury ku północnemu wschodowi. Przyjęto, że obszary perspektywiczne dla złóż miedzi w obszarze przedsudeckim cechuje wysoki gradient geotermiczny 3,5°C/100 m z tendencją wzrostu po upadzie w kierunku NE (Szewczyk i Hajto 2006). W ramach naszych opracowań wykonano badania właściwości cieplnych 600 próbek skał, w tym po raz pierwszy ze skał podłoża podpermskiego, które posłużyły do oznaczenia gęstości strumienia cieplnego. Gęstość strumienia cieplnego, w przeciwieństwie do gradientu geotermicznego jest wartością stałą, co powoduje, że może być użyta do określenia temperatury poniżej głębokości bezpośrednich obserwacji. Termogramy wykorzystano do konstrukcji map w zakresie głębokości 1000–2000 m z cięciem co 250 m (Speczik i in. 2007a).

Mapy temperatury na głębokościach powyżej 1250 m wskazują, że ich rozkład na NE i N od złoża głębokiego jest bardziej zróżnicowany niż sądzono. Tendencja wzrostu temperatury po upadzie ulega znacznemu spowolnieniu na NW od złoża Głogów Głęboki i na głębokości 1300–1400 m nie przekracza 50°C. Podobne obszary zlokalizowano także na NW od złoża Sieroszowice i w rejonie Ostrowa Wielkopolskiego. Daje to szansę na po-

wiązanie obszarów perspektywicznych miedziowo z obszarami cechującymi się niższymi wartościami współczesnego pola cieplnego.

9th *Biennial Meeting* SGA Dublin 2007 pod znamiennym tytułem *Digging Deeper* umocnił nas w przekonaniu, że idziemy we właściwą stronę, że eksploatacja głębokich, ale jakościowo lepszych złóż, wygrywa z eksploatacją złóż płytkich a ubogich. Że już są dostępne technologie, które to umożliwiają. W tym okresie kończyliśmy grant dla KGHM dotyczący zasobów prognostycznych w otoczeniu złóż koncesyjnych KGHM obejmujący obszary koncesyjne Kotla, Niechlów i Bytom Odrzański. Pomimo bardzo dobrze ocenionych rezultatów i bez zastrzeżeń ocenionego sprawozdania realizacja grantu została przerwana po II etapie, przed rozpoczęciem planowanych wierceń. Szkoda, straciliśmy bowiem 15 lat, zaś KGHM podjął ostatnio głębokie wiercenia w tej strefie.

Miedzi Copper Corporation

Przełomem w naszym projekcie poszukiwania głębokich złóż miedzi w Polsce okazała się SGA *Biennial Conference* w *Townsville*, Australia. Nasz referat wyznaczono na ostatni dzień konferencji, a mimo to zgromadził blisko 200 uczestników (Oszczepalski i Speczik 2009a). Po referacie podszedł do mnie Leo Hathawey reprezentujący *Lumina Capital Group* z Kanady, wymieniliśmy kilka zdań, dałem mu swoją wizytówkę i biegiem na samolot. Po kilku miesiącach skontaktował się ze mną w imieniu Luminy Prof. C. Sawłowicz z UJ. Dalej sprawy biegły bardzo szybko, moja wizyta w Kanadzie, z referatem na temat perspektyw eksploracji za rudami Cu-Ag w Polsce. Założenie Grupy Miedzicopper i wystąpienie o koncesje poszukiwawcze na olbrzymim obszarze Polski południowo zachodniej. Koncesje w pierwotnej wersji umożliwiały jedynie prace geofizyczne i dokumentacyjne na zasobie danych archiwalnych PIG I PGNiG, a nie zezwalały na wykonanie wierceń. Łącznie wystąpiliśmy o 21 koncesji a pierwsze koncesje zostały nam przyznane już w połowie 2012 roku.

Mapa pozyskanych koncesji pokrywała się z mapą z *Bilansu zasobów perspektywicznych zasobów kopalin Polski*, rozdział *Miedź i Srebro* (Oszczepalski i Speczik 2009b). Trzeba tu podkreślić dalekowzroczność inwestora, który przyjął naszą propozycję zbudowania całościowego obrazu systemu rudonośnego na całym obszarze monokliny przedsudeckiej. A dopiero następnie wyznaczenie tzw. *hot spots* spełniających podwyższone, z uwagi na głębokość zalegania złoża, kryteria ekonomiczne. Argumentem za tym był olbrzymi zasób rdzeni pozyskanych przez Górnictwo Naftowe, które nigdy wcześniej nie zostały przebadane pod kątem mineralizacji miedziowej.

Badania grawimetryczne objęły reprocessing około 24 000 punktów grawimetrycznych i około 1700 km profili sejsmicznych. Ponadto na dwóch koncesjach wykonano eksperymentalne dwa profile magnetotelluryczne. Metoda ta w owym czasie z sukcesem

była stosowana do poszukiwania złóż miedzi typu *porhyre ore*. Tu z uwagi na niewielką miąższość horyzontu złożowego okazała się niestety nieskuteczna. Natomiast niezwykle skuteczna okazała się metoda EWO, która umożliwia przekształcenia falowego obrazu sejsmicznego w impulsową postać zapisów sejsmicznych. Rozdzielczość metody jest dużo większa w porównaniu ze standardowymi sekcjami sejsmicznymi, ponadto pojawiające się niespecyficzne efekty pozwalają wnioskować o obecności horyzontów zmineralizowanych (Speczik i in. 2011, 2020). W praktyce wytyczania siatki wiertniczej okazały się one być w 90% skuteczne. Ogółem sprofilowano 411 otworów wiertniczych, ze 130 pobrano 2559 prób bruzdowych, co wynikało ze stanu zachowania rdzeni wiertniczych. Dodatkowo z 24 otworów pobrano próby punktowe, tam gdzie pomimo fragmentarycznie zachowanego rdzenia, było widać intensywną mineralizację kruszcową (prób 147). Do badań specjalistycznych pobrano 1081 prób, zaś analizatorem rentgenowskim zbadano w terenie 415 prób. Na tej podstawie dokonano korekty map rozprzestrzeniania mineralizacji kruszcowej z nową oceną zasobności złóż perspektywicznych. Wszystkie te informacje geologiczne zostały w terminie przekazane do NAG i stanowią obecnie zasób Skarbu Państwa.

Wraz odejściem dr. J. Jezierskiego ze stanowiska Głównego Geologa Kraju zmienił się pozytywny stosunek państwa do inwestycji zagranicznych w branży surowcowej. Nie będę wracał do tych trudnych chwil i wieloletniej mitręgi, ale z 38 otworów które odwierciliśmy do teraz, tylko 4 były negatywne, co może być uznane za rekord świata. Dla wszystkich otworów zostały wykonane komplety badań chemicznych, petrologicznych i specjalistycznych, w tym geologiczno-inżynierskich, a ich sprawozdania wraz z rdzeniami zostały przekazane Skarbowi Państwa.

Na podstawie tych badań MCC opracowała dokumentację trzech nowo odkrytych zasobnych złóż miedzi Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów w kategorii C_2. Złoże Nowa Sól zostało odkryte na tzw. *green field* na koncesji, na której wcześniej nie było żadnych otworów wiertniczych nawiercających kontakt cechsztynu z czerwonym spągowcem. Co więcej, ten obszar został wybrany na podstawie wcześniej sporządzonych map R_o, HI, HO, T_{max} i innych organiczno-geochemicznych wskaźników złożowych. Nauka z sukcesem została włączona w poszukiwania złożowe. Dokumentacje wspomnianych złóż po przejściu procedury opiniowania i pozytywnej opinii Komisji Zasobów Kopalin zostały zatwierdzone przez Ministra Klimatu i Środowiska odpowiednio 12.02.2020 Nowa Sól, 03.12.2020 Sulmierzyce Północ i 26.07.2021 Mozów. W dniu 13.01.2023 Minister zatwierdził dodatek do dokumentacji złoża miedzi i srebra Nowa Sól.

Nowo udokumentowane złoża oraz występujące w ich sąsiedztwie złoża prognostyczne stanowią łącznie zasobny (80 mln ton miedzi) wysoce perspektywiczny Północny Pas Miedziowy (*Northern Copper Belt*), który doczekał się w literaturze światowej szeregu ważnych publikacji (Oszczepalski i in. 2019a; Speczik i in. 2019b, 2021, 2022; Zieliński i in. 2021).

Złoże Nowa Sól z blisko 11 mln ton miedzi, jest 18. zasobowo złożem na świecie, a jakościowo 3. Złoża Sulmierzyce Północ i złoże Mozów mieszczą się jakościowo w pierwszej dziesiątce złóż światowych. Województwo lubuskie (uwzględniając zasoby złoża Nowa Sól

i Mozów oraz zasoby udokumentowane przez Firmę Amarante), znajduje się zasobowo na 10. miejscu na świecie, obok takich potęg produkcyjnych jak Kanada czy Kongo. Polska, dzięki pracy i sukcesowi naszego zespołu, przesunęła się zasobowo na 4. miejsce na świecie, natomiast produkcja miedzi w Polsce lokuje nas dopiero na 13. miejscu na świecie. Warto to zmienić.

Pozostała do rozwiązania tylko jedna kwestia bardzo żywa w ostatnim dwudziestoleciu. Problem szerszej eksploatacji głęboko położonych złóż metali podstawowych – szczególnie żywy w dyskusji pomiędzy MCC a KGHM. Dziś, kiedy blisko 50 kopalń na świecie operuje na głębokościach większych od 2000 m, kiedy upowszechniły się metoda pasty, flotacja ,podziemna, klimatyzacja za pomocą *ice slurry*, górnicze maszyny elektryczne oraz automatyzacja procesów górniczych, dyskusja dotyczy tylko ekonomiki procesu eksploatacji w konkretnym, przypadku. Poważna dyskusja naukowa odbyła się na Konferencji SGA w Dublinie (2007) pod tytułem *Digging Deeper*, gdzie wygłosiliśmy referat: *Kupferschifer – a hunt for new reserves*. MCC jeszcze przed rozpoczęciem programu wiertniczego wykonało *prefeasibility study*, by określić, do jakiej głębokości będzie można eksploatować w Polsce złoża Cu-Ag zakładając średnioroczne ceny Cu 6000 USD za tonę i 20 USD uncja srebra. Zakładając nasze kryteria inwestorskie, graniczną okazała się głębokość 2400 m. Ocenę tę powtórzono dla już udokumentowanych złóż, wszystkie z uwagi na jakość i zastosowanie nowych technologii okazały się być wysokorentowne.

W 2015 r. w Lubinie na Międzynarodowym kongresie Górnictwa Rud Miedzi wygłosiłem referat pod prowokacyjnym tytułem *Nowe kopalnie miedzi i srebra – Szansa czy Fantasmagoria*. Przepełniona sala im. Wyżykowskiego, żywa dyskusja, nikt nie kwestionował szansy dla KGHM i Polski, jedyne pytanie było: „kiedy?". Już chyba niedługo, bowiem KGHM właśnie rozpoczął wiercenia poszukiwawcze na głębokościach sięgających 2000 m.

Literatura

Bachowski C., Kiedel Z., Speczik S. 2002. Zmiana wizerunku KGHM Polska Miedź SA od „trucicielа" do lidera Polskiej Ekologii. Materiały Konferencji: Zrównoważony Rozwój Ekoregionu Czechy – Saksonia – Dolny Śląsk, 1–27. Wrocław – Interpoltex.

Downorowicz S. 1983. Geotermika złoża rud miedzi monokliny Przedsudeckiej. Prace Instytutu Geologicznego 106, 1–88.

Downorowicz S. 1996. Geotermika. Monografia KGHM SA, 172–176. Lubin.

Oszczepalski S. 1997. Metalogenic Atlas of Zechstein Copper-Bearing Series in Poland. Polish Geological Institute. Warszawa.

Oszczepalski S., Speczik S. 2009a. Rudy miedzi i srebra. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na dzień 31.12.2007. Państwowy Instytut Geologiczny, 76–94.

Oszczepalski S., Speczik S. 2009b. Maturity assessment by Rock Eval pyrolysis's an exploration tool Kupferschiefer, Poland. In Smart Science for Exploration and Mining. 10th SGA Meeting, Townsville Australia 734–737.

Oszczepalski S., Speczik S. 2011. Złoża prognostyczne rud miedzi na Monoklinie Przedsudeckiej – nowa perspektywa. [W:] Geolodzy w służbie Polskiej Miedzi (red A. Banaszak, S. Downorowicz, R. Leszczyński, D. Mudry) Konferencja Środowiskowa Geologów Lubin 2011, 67–85.

Oszczepalski S., Speczik S., Zieliński K., Chmielewski A. 2019a. The Kupferschiefer Deposits and Prospects in SW Poland: Past, Present and Future. Minerals 9(10), 592–634.

Piestrzyński A., Wodzicki A., Banaszak A. 1996. Złoto w złożu rud miedzi na monoklinie Przedsudeckiej. Przegląd Geologiczny 44, 1098–1102.

Rentzsch J. 1974. The Kupferschiefer i Comparison with the deposits of the Zambian Copperbelt. Gisements Stratiformes et Provinces Cupriferes. 395–418. Liege.

Speczik S. 1976. Mineralizacja kruszcowa w utworach karbońskich podłoża monokliny przedsudeckiej. Geologia Sudetica 14(1), 77–122. Wrocław.

Speczik S., Berendsen P. 1985. A comparison of the Polish and US Midcontinent Stratiform Copper Occurences. Arch. Mineralogiczne 40(1), 53–68. Warszawa.

Speczik S., Puttmann W. 1987. Origin of Kupfeschiefer mineralization as suggested by coal petrology and organic geochemical studies. Acta Geol. Polon. 37(3–4), 167–190. Warszawa.

Speczik S., Puttmann W., Merz C. 1987. Oxidation of organic material in the Kupferschiefer and its relation to mineralization processes. Int. Symp. Zechstein. Proceedings: 83–84. Opublikowano w 1991 roku w „Zentralblat" für Geologie und Paläontologie 1(1), 945–957. Stuttgart.

Speczik S., Puttmann W., Merz C., Hagemann H. 1988. Influence of organic material on mineralization processes in the Permian Kupferschiefer Formation, Poland. Organic Geochem. 13, 357–363.

Speczik S., Bechtel A., Fermont J., Puttmann W. 1993. Combined application of various geochemical methods on Kupferschiefer of the North-Sudetic Syncline South-West Poland: Evidence for post-depositional accumulation of copper and silver. [W:] Recent research in Geology Applied to ore deposits. University of Granada, 213–217, 578–582.

Speczik S., Bechtel A., Sun Y.Z., Puttmann W. 1995a. A stable isotope and organic geochemical study of the relationship between the Anthracosis shale and Kupferschiefer mineralization (South-East Poland). Chemical Geology 123, 15–33. Elsevier. Amsterdam.

Speczik S., Sun Y.Z., Puttmann W. 1995b. Differences in the depositional environment of basal Zechstein in South-West Poland. Implication for base metal mineralization. Organic Geochemistry. 9, 819–835. London.

Speczik S., Banaszak A., Oszczepalski S., Rydzewski A. 1996. Stan badań utworów cechsztynu w Polsce – perspektywy odkrywcze obszarów metalonośnych. Prace PIG: „Uroczysta Sesja Naukowa 40-lecie odkrycia złóż rud miedzi i 35-lecie KGHM Polska Miedź SA, 17–23. Warszawa.

Speczik S., Piestrzyński A., Stec R., Pieczonka J. 1996. Możliwości poprawy odzysku złota i platynowców ze złóż rud miedzi KGHM Polska Miedź SA Konferencja NTT. Abstrakt + artykuł, 69–89. Lubiatów.

Speczik S. 1996. Strategia „Przeróbki" na tle programu obniżki kosztów w KGHM Polska Miedź SA Konferencja NTT. Abstrakt + artykuł, artykuł, 1–8. Lubiatów.

Speczik S., Rydzewski A., Oszczepalski S., Piestrzyński A. 1997a. Exploration for Cu-Ag and Au-Pt -Pd Kupferschiefer – type deposits in SW Poland. [W:] H. Papunen (red.), Mineral Deposits 119–122, Balkema Rotterdam.

Speczik S., Oszczepalski S., Piestrzyński A., Rydzewski A., Niczyporuk K. 1997b. Poszukiwania cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w SW Polsce. [W:] A. Muszer (red.), Metale szlachetne w NE części Masywu Czeskiego i w obszarach przyległych – geneza, występowanie, perspektywy, 48–55.

Speczik S., Oszczepalski S., Niczyporuk K., Nowak G.J., Grotek J. 2003. Organic matter alteration trends in the Polish Kupferschiefer. In 7th Biennial SGA Meeting. Athens Greece Rotterdam Millpress Vol. 2, 853–856.

Speczik S., Oszczepalski S., Nowak G., Karwasiecka M. 2007a. Cechsztyński Lupek miedzionośny – poszukiwanie nowych rezerw. Biull. PGI 423, 173–207.

Speczik S., Oszczepalski S., Karwasiecka M., Nowak J. 2007b. Kupferschiefer – A hunt for new reserves. SGA Conference Dublin, 237–240.

Speczik S., Pepel A., Jóźwiak W., Dziewińska L. 2011. Możliwości wykorzystania impulsowej postaci zapisu sejsmicznego do rozpoznania złóż prognostycznych miedzi i srebra w północnej części monokliny Przedsudeckiej. XXI Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi" Krynica 2011, 117–137.

Speczik S., Oszczepalski S., Małecka K. 2014. Nowe dane bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 88, 235–250.

Speczik S. 2015. Szansa czy iluzja? – Głębokie kopalnie miedzi i srebra w Polsce. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 91, 179–192.

Speczik S., Oszczepalski S., Pietrzela A., Bieńko T. 2019. Przyszłość bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. XXIX Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi", 89–116.

Speczik S., Dziewińska L., Jóźwiak W., Zieliński K. 2020. Application of Historical Geophysical Materials in Searching for Cu-Ag Ore Deposits – A New Direction of Research. Minerals 10(8), 725–749.

Speczik S., Zieliński K., Bieńko T., Pietrzela A. 2021. The prospecting strategy for a deep Cu-Ag ore deposit in Poland – An anatomy of success. Ore Geology Reviews 131(3).

Speczik S., Szamałek K., Wierchowiec J., Zieliński K., Pietrzela A., Bieńko T. 2022. The new Northern Copper Belt of south-western Poland: a summary. Acta Geologica Polonica 72(4), 469–477.

Szewczyk J., Hajto M. 2006. Strumień cieplny a temperatury wgłębne na obszarze Niżu Polskiego. Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim, 143–151. Kraków.

Wyżykowski J. 1971. Zechstein copper-bearing formation in Poland. Przegląd Geologiczny 19, 117–122.

Zieliński K., Speczik S. 2017. Głębokie złoża miedzi i srebra szansą dla górnictwa metali w Polsce. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 468, 153–164.

Złoto w badaniach Katedry Geologii Złożowej i Gospodarczej

***Jan Wierchowiec*[1]**

[1] Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Wprowadzenie

Badania złota w Katedrze Geologii Złożowej i Gospodarczej mają długą tradycję. Prekursorem tych badań jest profesor dr hab. Stanisław Speczik, który na początku lat 90. ubiegłego wieku rozpoczął poszukiwania okruchowej mineralizacji złotonośnej w Sudetach Zachodnich i na ich przedpolu (Speczik i Wierchowiec 1990; Speczik 1991; Speczik i Wołkowicz 1995). W ramach tego projektu wypromował również kilku magistrantów, którzy kontynuowali jego prace poszukiwawczo-badawcze (Wierchowiec 2000, 2010).

Kolejnym tematem badawczym były poszukiwania i rozpoznanie cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w SW Polsce na obszarze złoża Lubin-Sieroszowice (Speczik i in. 1997a, b, 1998, 1999) oraz w niecce północno-sudeckiej (Speczik i Wojciechowski 1997; Oszczepalski i in. 2011). Wykonane prace badawcze wniosły istotny postęp do znajomości rozmieszczenia metali w obrębie basenu cechsztyńskiego oraz ich związku z facjami geochemicznymi, a przede wszystkim mają istotne znaczenie gospodarcze, poprzez wskazanie perspektywicznych obszarów występowania złota i platynowców. Uzyskane rezultaty pozwoliły na określenie geologicznych i geochemicznych warunków występowania metali szlachetnych oraz umożliwiły rozpoczęcie dalszych, systematycznych prac dokumentujących obecność tych metali w złożu.

Kolejnym obszarem badań było określenie genezy mineralizacji złotonośnej w rejonie Złotego Stoku. Stwierdzono, że jest ona rezultatem procesesów metasomatyczno-hydrotermalnych rozwijających się w strefie kontaktowej wokół granitoidu kłodzko-złotostockiego. Procesy mineralizacyjne odbywały się w kilku etapach i w zmiennych warunkach fizykochemicznych w czasie, od formowania się intruzji granitoidowej do momentu jej wypiętrzenia oraz w trakcie rozwoju regionalnej strefy ścinania Złoty Stok-Trzebieszowice

(*regional shear zone*) (Mikulski i Speczik 2002, 2008). Złoto występuje w dwóch różnych postaciach (Speczik i Niczyporuk 1993; Mikulski i Speczik 2016):

a) we własnych fazach jako złoto rodzime, elektrum i złoto bizmutowe,

b) drobnodyspersyjnych jako domieszki izomorficzne w minerałach kruszcowych.

Obecność złota wykazały również badania ofiolitu Ślęży (Speczik i Olszyński 1993; Speczik i Piestrzyński 1995; Delura 2004) oraz Masywu Gogołów-Jordanów (Delura 2011).

W innych badaniach realizowanych przez pracowników Katedry oznaczono podwyższone koncentracje złota w siarczkach typu *seafloor massive sulphides* ze strefy ryftowej Galapagos (Szamałek i in. 2011), a badania paragenez kruszcowych w żyłach siarczków pierwotnych złoża Miedzianka (Góry Świętokrzyskie) wykazaly obecność zlota w limonicie (Balcerzak i in. 1992).

Projektem badawczym realizowanym przez autora w ciągu ostatnich kilkunastu lat były badania okruchowej mineralizacji złotonośnej przedpola Sudetów, zwłaszcza Sudetów Wschodnich, gdzie pozyskano materiał z rdzeni wiertniczych i wyznaczono przypuszczalny przebieg złotonośnych paleodolin rzecznych (Fig. 1). Pozyskane próbki złota okruchowego dostarczyły nowych danych o zjawisku odnawiania się poprzednio wyeksploatowanych okruchowych złóż złota (Krendelev 1991; Craw 1992; Grodziski 1997; Wierchowiec 2010; Reith i in. 2012; Wierchowiec i in. 2018). Wspomniane odnawianie się rozsypisk złotonośnych jest powodowane procesami chemicznej mobilizacji i wtórnego wytrącania (reprecypitacji) w osadach okruchowych o różnej genezie tzw. nowego złota autogenicznego.

W warunkach hipergenicznych procesy mobilizacji złota zachodzą zarówno w strefach intensywnego wietrzenia laterytowego (Mann 1984; Wilson 1984; Shuster i in. 2017), jak i w warunkach chłodnego klimatu peryglacjalnego (Watterson 1985; Southam 1998; Townley i in. 2003). Występowanie w aluwialnych złożach rozsypiskowych krystalicznych agregatów złota oraz złota autogenicznego w postaci oktaedrycznych kryształów lub skupień o typowej strukturze gąbczastej na powierzchni obtoczonych złocin i samorodków wskazuje na postdepozycyjną remobilizację złota w samym rozsypisku (Freise 1931; Clough i Craw 1989; Youngson i Craw 1993; Hough i in. 2008; Osovetsky 2016). Możliwość wytrącania agregatów złota autogenicznego na powierzchni różnych minerałów i intensyfikację tego procesu, gdy osadnikiem jest metaliczne złoto potwierdzają dane eksperymentalne (Shchegol'kov i in. 2007).

Przykłady samorodków o złożonej strukturze wewnętrznej będącej wynikiem sklejania (spawania) mniejszych agregatów przez złoto „nowe" opisano z plioceńsko-czwartorzędowych rozsypisk aluwialnych Kanady (Eyles 1995) i Nowej Zelandii (Falconer i Craw 2009; Reith i in. 2012). Potwierdzeniem chemicznej mobilizacji i wtórnego wytrącania złota są również współczesne znaleziska fragmentów miedzianej siatki pokrytych gąbczastymi nalotami złota czy też żelaznej łopaty z agregatami złota „nowego" na powierzchni (Albanese 1986; Abramov i in. 1993).

Zakres i metodyka badań

Opróbowaniem panwiowym (szlichowym) objęto materiał z rdzeni wiertniczych i szurfów (lokalizacja Fig. 1).

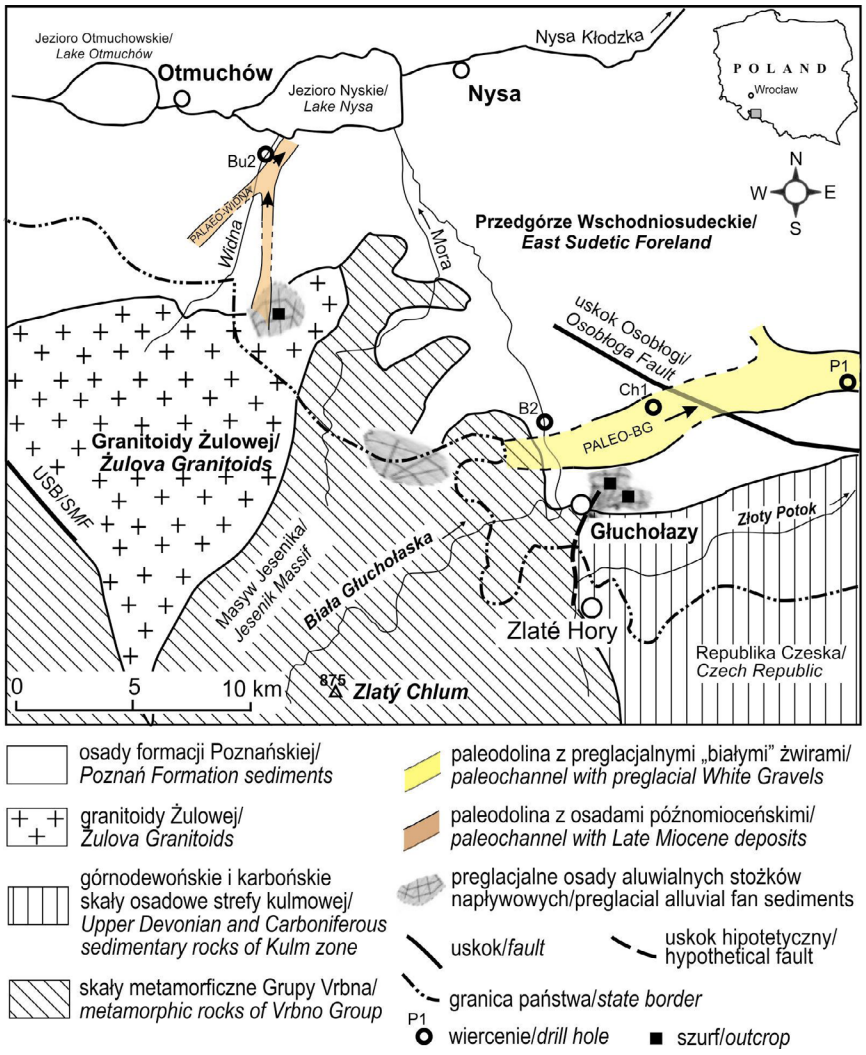


Fig. 1. Uproszczona mapa geologiczna Sudetów Wschodnich i ich Przedgórza (bez pokrywy osadów plejstoceńsko-holoceńskich) na podstawie Wierchowiec (2011) przedstawiająca przypuszczalny zasięg złotonośnych osadów paleodolin rzecznych z lokalizacją punktów opróbowania panwiowego
USB – uskok sudecki brzeżny, BG – Biała Głuchołaska

Prace laboratoryjne wykonano według metodyki przedstawionej w pracy Kanasiewicza (1982). Badanie struktury złocin oraz analizę składu chemicznego złota w punktach występowania nano- i mikrostruktur wskazujących na wytrącanie złota „nowego" (analizy punktowe na niepolerowanej powierzchni ziaren) przeprowadzano przy użyciu mikroskopu skaningowego Sigma VP i Ariga 60 (oba produkowane przez Zeiss, Niemcy), wyposażonego w spektrometry EDS typu XFlash 6/10 i XFlash 6/30 firmy Bruker AXS. Napięcie przyśpieszające wynosiło 20 kV, a średnica apertur 30, 60 lub 120mm.

Wybrane ziarna złota zatapiano w żywicy a następnie szlifowano na papierze korundowym i polerowano dla uzyskania maksymalnie gładkiej powierzchni. Podczas polerowania zwrócono szczególną uwagę na efekty plastycznego rozsmarowywania złota, które mogą być mylone ze strukturami typowymi dla wytrąceń złota autogenicznego (Knight i in. 1999).

Na tak przygotowanej powierzchni przekroju złociny wykonywano ilościowe analizy chemiczne (EMPA) za pomocą mikroskopu elektronowego CAMECA SX Five. Reprezentatywne ziarna złota analizowano na zawartość: Ag, As, Au, Bi, Cu, Hg, Pb, Pd, Pt, Tl i Zn. Jako wzorce zostały użyte czyste metale (Au, Pd, Pt), chalkopiryt (Cu), ZnAs (Zn, As), Bi_2Te_3 (Bi), Tl (I, Br) (Tl) i crocoite (Pb), HgTe (Hg). Warunki pracy dla EMPA to: napięcie przyspieszające 15 kV, prąd wiązki pierwotnej 10 nA, czas zliczania 25 sekund. Zawartości oznaczonych pierwiastków podano w % wagowych. Błąd analizy dla różnych pierwiastków wahał się od 0,05 (Te, Se) do 0,3 (Au) % wag.

Na wybranych przekrojach złocin wykonano kilkadziesiąt analiz punktowych (w mikroobszarze) oraz maping na przekrojach ziaren.

Dodatkowo, w celu zarejestrowania stref o różnym składzie chemicznym wypolerowaną powierzchnię przekroju fotografowano techniką elektronów wstecznie rozproszonych (ang. *back-scattered electron photograph*). Zmienność tego składu odzwierciedlają różne odcienie szarości w otrzymanym obrazie fotograficznym. Im jaśniejsze tony, tym wyższa próba złota (mniej pierwiastków-domieszek w składzie złociny).

Analizy SEM i EMPA przeprowadzono w Laboratorium Nanofan, Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego (Polska).

Charakterystyka geologiczno-petrograficzna osadów złotonośnych

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz analizy materiałów publikowanych i archiwalnych (Grodzicki 1997; Wierchowiec 2000, 2011), w obrębie sekwencji okruchowych przedpola Sudetów Wschodnich można wyróżnić w sumie pięć różnowiekowych poziomów złotonośnych. Chociaż nie wszystkie (5) zostały rozpoznane w jednym profilu stratygraficznym (zwykle współwystępują tylko dwa horyzonty), są one ze sobą powiązane genetycznie (Wierchowiec 2001, 2006).

Najniższy, horyzont złotonośny (I) związany jest z grubookruchowymi osadami typu serii Gozdnicy, które w rejonie Głuchołaz (Charbielin, Gierałcice, Fig. 1) budują wysoczyznowe zasypania typu stożków żwirowo-piaszczystych. Złoto występuje w całym profilu – w ilości od 50 do 200 złocin/m^3 osadu, nie osiągając wartości złożowych tj. >0,1 g/m^3. Maksymalne zawartości Au w paragenezie z cyrkonem, staurolitem, granatami i innymi minerałami ciężkimi zarejestrowano w przemytych, źle wysortowanych żwirach z licznymi otoczakami mlecznego kwarcu (Wierchowiec 2007).

Drugi horyzont złotonośny (II) wyznaczają tzw. preglacjalne, „białe" żwiry kwarcowe, przestrzennie związane z preplejstoceńską siecią rzeczną (Fig. 1). Są to gruboziarniste, polimiktyczne żwiry z otoczakami kwarcu, kwarcytów i granitoidów żulowskich, rozpoznane wierceniami archiwalnymi. Zawartość złota jest zmienna – od kilkunastu do ponad 500 złocin/m^3 osadu i rośnie ku spągowi sekwencji. Wartości złożowe (0,12–0,37 g/m^3 osadu) notuje się, w grubookruchowych żwirach reprezentujących fację bruku korytowego doliny paleo-Białej Głuchołaskiej (wiercenia: Ch1, P1, Fig. 1). W składzie minerałów ciężkich wzrasta udział minerałów nieodpornych na wietrzenie chemiczne (epidot, amfibol). Subrównoleżnikowy przebieg stosunkowo szerokiej i płytkiej doliny paleo-Białej Głuchołaskiej ma prawdopodobnie założenia tektoniczne i jest uwarunkowany równoleżnikowym przebiegiem uskoków blokowych związanych z południowymi ramami rowu Paczkowa (Badura i Przybylski 1999; Wierchowiec 2002).

Największe rozprzestrzenienie ma trzeci horyzont złotonośny (III). Jest on związany z glacjalnymi osadami plejstocenu (brunatne, wodnolodowcowe piaski i żwiry oraz gliny morenowe) i cechuje się najniższymi, średnimi zawartościami złota. Metal występuje w zmiennych koncentracjach – na poziomie od kilkunastu do 60 złocin/m^3 osadu, z maksymalnymi zawartościami w utworach stanowiących nadkład starszych poziomów złotonośnych (wiercenie: P1).

Czwarty horyzont złotonośny (IV) stanowią grubookruchowe osady tarasów holoceńskich rzek i potoków Sudetów Wschodnich oraz ich przedpola (Widna, Biała Głuchołaska, Złoty Potok, Prudnik i inne pomniejsze) (Fig. 1). Maksymalne zawartości złoto rozsypiskowego – od 0,12 do 0,24 g/m^3 osadu, stwierdzono w źle wysortowanych, zaglinionych żwirach piaszczystych spągu utworów holocenu tarasów rzeki Widna w rejonie Bukowa (wiercenie: Bu 2) oraz Biała Głuchołaska w Bodzanowie k/Głuchołazów (wiercenia: B 2).

Najwyższy, horyzont złotonośny (V) ma genezę antropogeniczną i jest pozostałością starych (głównie średniowiecznych) robót górniczych. Są to piaski i żwiry holocenu wymieszane z hałdami przemytych osadów złotonośnych ze śladowymi zawartościami niewypłukanego złota.

Charakterystyka złota okruchowego – wyniki badań

Rozmiary złocin

Z reguły wymiary złocin z badanych osadów złotonośnych przedpola Sudetów bardzo rzadko przekraczają 1,0 mm.

Rozkład uziarnienia złota okruchowego wykazuje zdecydowaną przewagę klas: 0,26–0,50 i 0,51–0,75 mm, które łącznie stanowią ponad 70% złocin (Wierchowiec 2002).

Niezależne od wieku i typu osadów, wyraźne odznaczanie się (naśladowanie) w składzie granulometrycznym złota okruchowego z rejonu Głuchołaz charakterystycznej „głuchołaskiej mody" 0,16–0,50 mm poczynając od starszych osadów typu serii Gozdnicy, a na holoceńskich piaskach i żwirach dolin: Białej Głuchołaskiej i Widnej kończąc, wskazuje na procesy przemywania i redepozycji (recyklingu) starszych osadów złotonośnych. Podobne zależności w rozkładzie uziarnienia różnowiekowych horyzontów złotonośnych opisano z rozsypisk Otago w Nowej Zelandii (Youngson i Craw 1999).

Kształt i morfologia ziaren

Wyniki oznaczeń morfogenetycznych złota z osadów typu serii Gozdnicy wykazują zdecydowaną przewagę form blaszkowo-płytkowych oraz cementacyjno-grudkowych (Wierchowiec 2010). Pozostałe klasy morfogenetyczne: formy haczykowato-gąbkowe, gałązkowe i kroplowato-ameboidalne stanowią niespełna kilka procent ogólnej liczby złocin.

W osadach żwirowo-piaszczystych preplejstocenu obserwuje się wzrost udziału płytek, blaszek i plewek, przy jednoczesnym spadku zawartości masywnych złocin cementacyjno-grudkowych. Formy haczykowato-gąbkowe, kroplowato-ameboidalne oraz gałązkowe są reprezentowane przez pojedyncze ziarna. Wzrost udziału złocin blaszkowo-płytkowych notuje się również w profilu podłużnym doliny paleo-Białej Głuchołaskiej. W piaszczystych żwirach rejonu Prężynki (wiercenie: P1; Fig. 1) stanowią one około 90% wszystkich opisanych form (Wierchowiec 2002).

Złociny z neoplejstoceńskich piasków i żwirów występujących w nadkładzie osadów doliny paleo-Białej Głuchołaskiej mają wyłącznie postać blaszek, płytek i plewek. Obserwowany w osadach pre- i neoplejstocenu progresywny wzrost udziału złocin blaszkowo-płytkowych kosztem form cementacyjno-grudkowych powodowany jest postępującym w miarę transportu spłaszczaniem, fałdowaniem oraz obtaczaniem (ścieraniem) ziaren złota o bardziej złożonym kształcie. Sporadyczne występowanie form gałązkowych oraz haczykowato-gąbkowych charakterystycznych dla złota żyłowego i złóż eluwialno-deluwialnych lub całkowity ich brak (osady wodnolodowcowe neoplejstocenu) wskazuje na redepozycję starszych, plioceńskich i preplejstoceńskich osadów złotonośnych oraz brak

procesów erozji pierwotnych skał złotonośnych, dostarczających złota okruchowego o bardziej złożonych formach morfologicznych (Wierchowiec 2011).

Złociny z holoceńskich żwirów i piasków dolin: Białej Głuchołaskiej i Widnej pod względem morfologicznym upodabniają się do złota okruchowego z osadów paleo-Białej Głuchołaskiej.

Dominują formy blaszkowo-płytkowe z dużym udziałem plewek. Podobieństwo form ziarn złota sugeruje procesy recyklingu starszych plioceńsko-plejstoceńskich horyzontów złotonośnych i brak w okresie holocenu nowych obszarów alimentacyjnych.

Struktury powierzchniowe

Poza powszechnymi strukturami uderzeniowo-wleczeniowymi o genezie mechanicznej, które zapisują procesy rozklepywania i abrazji, na powierzchni złocin (Hérail i in. 1990; Wierchowiec 2002, 2007) opisano nano- i mikrostruktury wskazujące na procesy selektywnego rozpuszczania złota w warunkach hipergenicznych, jego wytrącanie z roztworu i wtórną rekrystalizację prowadzącą w rezultacie do formowania skupień złota autogenicznego. Występują one na ziarnach złota z osadów typu serii Gozdnicy, jak również z osadów młodszych i są przywiązane zarówno do złocin blaszkowo-płytkowych wtórnie zdeformowanych ze strukturami kanapkowymi z zaginania i „sklejania", jak również cementacyjno-grudkowych (ziarna półostrokrawędziste, o niskim współczynniku spłaszczenia oraz słabym obtoczeniu) (Wierchowiec i in. 2018).

Niezależnie od klasy morfogenetycznej analizowanych ziaren złota na ich powierzchniach zaobserwowano mikrostruktury z rozpuszczania, które ujawniają krystaliczną budowę złocin oraz rozpoznano dwa typy nano- i mikroskupień złota autogenicznego (Wierchowiec i in. 2021):

a) formy banieczkowate lub drobnorobaczkowe,

b) krystaliczne skupienia i przerosty złota.

Powyższe nano- i mikroskupienia zazwyczaj obserwuje się w zagłębieniach i wklęsłościach na powierzchni złocin cementacyjno-grudkowych oraz w strefach zgięć i sfałdowań wtórnie zdeformowanych złocin blaszkowo-płytkowych. Z powodu dużej plastyczności i kowalności złota, inkrustacje złota występujące na eksponowanych powierzchniach złocin ulegają bardzo łatwo procesom niszczenia w czasie transportu. Jeśli są zachowane, zwykle noszą ślady abrazji i rozklepywania.

Skupienia banieczkowate i drobnorobaczkowe składają się z konglomeratów pęcherzyków i banieczek, w których poszczególne banieczki (o średnicy do 200 nm), stykając sie ze sobą, tworzą struktury przypominające Au bakteriomorficzne (Wierchowiec i in. 2018). Przestrzeń między poszczególnymi pęcherzykami i/lub banieczkami jest wypełniona złotem amorficznym składającym się z prawie czystego Au (> 99% wag.). Ze względu na małe rozmiary pęcherzyków/banieczek i obecność w tle złota zawierającego domieszki Ag, możliwa była jedynie analiza jakościowa tych struktur.

Szczegółowa analiza SEM wykazała, że poszczególne pęcherzyki i banieczki złota mają różny stopień kontaktu z powierzchnią ziarna macierzystego. Niektóre nanocząsteczki ledwo dotykają powierzchni złociny, podczas gdy inne wrosły w warstwę powierzchniową złociny na pewną głębokość. Fakt ten wskazuje na różny czas osadzania nanocząstek na powierzchni ziarna Au. Prawdopodobnie pojedyncze nanocząsteczki z czasem zrastały się formując inkrustacje złota amorficznego a ostatecznie warstwę złota autogenicznego na powierzchni złociny pełniącej rolę swego rodzaju osadnika dla nowych nanocząstek Au.

Pojedyncze nanocząstki Au mają formę pęcherzyków i banieczek o wymiarach rzędu 50–200 nm. Większość nanocząstek ma bezpośredni kontakt z powierzchnią ziaren złota (wyrastają na powierzchniach pseudokryształów Au budujacych ziarna złota rozsypiskowego); niektóre nanocząstki Au są również rozproszone w materiale ilastym wypełniajacym nierówności na powierzchni ziaren złota. Nanocząstki Au w kształcie pęcherzyków i banieczek jak również rzadziej spotykane formy o pokroju nasion (Wierchowiec i in. 2018) nie mają wyraźnie zaznaczonych ścian kryształów Au, co sugeruje, że znajdują się one na wczesnym etapie agregacji.

Krystaliczne skupienia i przerosty złota obserwowane w zagłębieniach na powierzchni badanych złocin są zbudowane z wydłużonych, cienkich (20–100 nm), płytek o zróżnicowanych wymiarach, od kilkudziesięciu nanometrów do kilku mikronów (Wierchowiec i in. 2021). Poszczególne płytki krystalicznego złota tworzą przerosty pod różnymi kątami, rzadziej są zorientowane w określonym kierunku krystalograficznym dając efekt struktury wielowarstwowej. W obrazie mikroskopowym płaskie, płytkowe kryształy narastające kolejno na siebie, zaznaczają się w postaci warstw o zróżnicowanej grubości. W efekcie narastania krystalicznego złota, na powierzchni złociny powstaje delikatna struktura charakteryzująca się znaczną porowatością oraz występowaniem nano- i mikroszczelin oraz zagłębień.

Skład chemiczny złota okruchowego

W zdecydowanej większości badanych ziaren jedynymi pierwiastkami jakie udało się oznaczyć są: Au, Ag, Te i Se, natomiast wykrycie w nielicznych ziarnach złota zawartości: Cu, Bi i Pd na poziomie 0,1–0,2% wag. jest niepewne. Analizy punktowe (w mikroobszarze) na powierzchniach mikrostruktur wskazujących na wytrącanie złota „nowego" wykazały, że buduje je złoto bardzo wysokiej próby (zawartość Au powyżej 99,5% wag.). Natomiast oznaczenia punktowe (Wierchowiec i in. 2018) i maping, na polerowanej powierzchni przekroju wytypowanych ziaren złota, pozwoliły na wyróżnienie dwóch generacji złota rozsypiskowego:

a) niskosrebrowego (zaw. Ag ≤10% wag.) z tellurem i selenem,

b) wysokosrebrowego (zaw. Ag >10% wag.) z tellurem i selenem.

Dyskusja

Fakt występowania w obrębie opisywanych sekwencji okruchowych przedpola Sudetów Wschodnich złota autogenicznego oraz widocznych w przekroju ziaren Au wewnętrznych stref podwyższonej próby w formie obwódek, zatok i żyłek świadczy o rozpuszczaniu złota w warunkach hipergenicznych, jego wytrącaniu z roztworu i wtórnej rekrystalizacji.

Obserwowane niezależnie od typu morfogenetycznego złocin podwyższenie próby złota w zewnętrznych partiach ziarna dające efekt obwódki lub zatok (czasami kilka generacji zatok o zmiennej zawartości Ag) może być powodowane selektywnym ługowaniem pierwiastków – domieszek, które prowadzi w konsekwencji do samooczyszczania złota (Desborough 1970; Knight i in. 1999).

Na przekrojach złocin efekt obwódek wysokiej próby dają również powierzchniowe nano- i mikroskupienia złota „nowego" w postaci krystalicznych przerostów oraz inkrustacji porowatego złota amorficznego. Jest regułą, że obwódki podobnie jak nano- i mikrostruktury powierzchniowe zbudowane ze złota autogenicznego są przywiązane do nierównych, wklęsłych fragmentów ziaren i nie zachowują się na dobrze obtoczonych, eksponowanych powierzchniach złocin blaszkowo-płytkowych z których są bardzo łatwo usuwane na skutek abrazji podczas transportu w osadzie. Fotografie w technice elektronów wstecznie rozproszonych przekrojów złocin ze strukturami wskazującymi na reprecypitację złota „nowego", potwierdzają obecność nieregularnych stref i zatok o zmiennej zawartości Ag. Zazwyczaj obserwuje się widoczne na większości konturu ziarna, rzadziej otaczające ziarno w całości, zewnętrzne nieregularne obwódki niemal czystego złota (>99,0% wag. Au) o typowej porowatej strukturze (Wierchowiec i in. 2018, 2021).

Opisywane autogeniczne skupienia złota robaczkowo-pęcherzykowego zbudowane ze złota amorficznego oraz krystaliczne przerosty złota są prawdopodobnie efektem rekrystalizacji złota wytrącanego po depozycji w rozsypisku.

Do remobilizacji tego metalu dochodzi w drodze stopniowego rozpuszczania i przejścia w mobilne związki kompleksowe Au. Poza roztworami rzeczywistymi typu kompleksów, złoto może być transportowane w postaci roztworów koloidalnych oraz drobnodyspersyjnych zawiesin (Benedetti i Boullegue 1991; Hong i in. 2006; Zhu i in. 2009). Forma migracji złota jest zależna od parametrów fizyko-chemicznych środowiska (głównie temperatury oraz wartości pH i Eh), składu mineralnego wietrzejących skał, klimatu oraz warunków hydrogeologicznych (Webster i Mann 1984; Dutova i in. 2006).

Wśród rozpuszczalnych związków kompleksowych złota w transporcie tego metalu w strefie hipergenicznej największą rolę przypisuje się związkom siarki (Webster 1986; Benedetti i Boullegue 1991; Lengke i Southam 2006, 2007) i chloru (Mann 1984; Machesky i in. 1991), hydrokompleksom typu $[AuOH(H_2O)]^0$ (Vlassopoulos i Wood 1990) oraz kompleksowym związkom organicznym (Wood 1996; Southam 1998; Southam i Saunders 2005).

Rozpoznany przebieg kopalnej sieci rzecznej przedpola Sudetów Wschodnich wskazuje, że obszary alimentacyjne okruchowej mineralizacji złotonośnej znajdowały się na południe od Głuchołaz, w strefach wietrzenia żył z siarczkową mineralizacją polimetaliczną typu Zlaté Hory. W tego typu środowisku geochemicznym charakteryzującym się niskim pH, podstawową formą transportu złota w rezultacie drenażu wód gruntowych są zwykle związki kompleksowe złota z siarką typu tiosiarczanów $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$ i bisulfidów $[Au(HS)_2]^-$ (Benedetti i Boullegue 1991). Tiosiarczany będące produktem rozkładu złotonośnego pirytu i arsenopirytu w kwaśnych warunkach zwietrzelin ubogich w chlor tworzą związki kompleksowe stabilne w szerokim zakresie pH (od kwaśnych po neutralno-alkaliczne). W strefach utleniania siarczków zasobnych w Au i Ag transport tych metali może przebiegać w formie kompleksu mieszanego typu $[(Au, Ag)(S_2O_3)_2]^{3-}$. Kompleksy $[Au(HS)_2]^-$ będące produktem podobnych procesów są charakterystyczne dla środowisk bardziej redukcyjnych (Clough i Craw 1989). Tiosiarczany i bisulfidy odgrywają również ważną rolę jako forma transportu złota i srebra w procesach formowania i wzrostu samorodków oraz precypitacji złota autogenicznego w redeponowanych osadach aluwialnych z pirytem i markasytem (Eyles 1995; Falconer i Craw 2009). Rozkład siarczków żelaza prowadzi do spadku pH i wzbogacenia w siarkę wód gruntowych stymulujących procesy formowania i transportu związków kompleksowych złota.

Związki kompleksowe złota z siarką, a zwłaszcza kompleksy $[Au(HS)_2]^-$ ulegają szybkiej destabilizacji wraz ze wzrostem potencjału redukcyjno-utleniającego. W wyniku utlenienia lub reakcji dysproporcjonowania złoto przechodzi do postaci koloidalnej Au^0 i może ulegać wytrącaniu jako złoto „nowe" lub być absorbowane przez wodorotlenki żelaza i/lub manganu (Ran i in. 2002). Osadnikiem dla nowo wytrąconego złota są często istniejące już w osadzie złociny i samorodki.

W transporcie złota w środowisku zasolonych wód gruntowych (wysokie stężenie jonów Cl^-) podstawową formą transportu tego metalu stają się trwałe i mobilne tylko przy niskim pH, związki kompleksowe złota z chlorem typu $AuCl_4$– i $AuCl_2^-$ (Machesky i in. 1991). W obecności uwodnionych tlenków żelaza i manganu kompleksy chlorkowe ulegają redukcji z wytrącaniem złota koloidalnego. Z tego względu ta forma transportu złota odgrywa większą rolę tylko w obszarach suchego klimatu z intensywnym wietrzenia laterytowym (Mann 1984). W związku z powyższym w badanych osadach złotonośnych ta forma transportu Au mogła mieć pewne znaczenie jedynie w okresie usuwania zwietrzelin i formowania systemu rzecznego paleo-Widnej (Fig. 1).

W procesie samej reprecypitacji złota autogenicznego powierzchnia złociny staje się autokatalityczną elektrodą na której jest osadzane złoto „nowe" (Ali i Christie 1984). Z powodu braku elektrody srebrowej metal ten po utlenieniu do Ag^+, będzie usuwany z powierzchniowej warstwy złociny przy jednoczesnym wytrącaniu rafinowanego, czystego złota. Wymaga to reakcji utleniania w połączeniu z redukcją złota, z postaci jonowej do złota metalicznego (Schmidbaur i in. 2005). Mogą to być przemiany chlorytów, które są częstym składnikiem skał łupkowych, również w badanych osadach złotonośnych przedpola Sudetów Wschodnich. W wyniku ich rozkładu powstają żelazawo-żelazowe

(Fe^{2+}, Fe^{3+}) smektyty lub kaolinit i tlenki żelaza (Youngson i Craw 1993), powszechne zwłaszcza w osadach typu serii Gozdnicy oraz aluwiach paleodoliny Białej Głuchołaskiej.

Podsumowanie

W obrębie sekwencji okruchowych przedpola Sudetów Wschodnich wyróżniono w sumie pięć różnowiekowych poziomów złotonośnych związanych z preglacjalnymi, „białymi" żwirami typu serii Gozdnicy, wodnolodowcowymi piaskami i żwirami plejstocenu oraz osadami holoceńskich tarasów Złotego Potoku i Białej Głuchołaskiej. Największy potencjał złotonośny na przedpolu Sudetów Wschodnich mają „białe" żwiry kwarcowe, przestrzennie związane z preglacjalną (eoplejstoceńską) siecią rzeczną. Wartości złożowe Au (0,4 g/m^3 osadu) notuje się, w grubookruchowych żwirach reprezentujących fację bruku korytowego paleodoliny Białej Głuchołaskiej.

W wyniku szczegółowych badań mineralogicznych okruchowej mineralizacji złotonośnej wyróżniono dwa podstawowe morfotypy złota: blaszkowo-płytkowe (płaskie lub wtórnie zdeformowane) oraz cementacyjno-grudkowe.

Niezależnie od morfotypu oraz składu chemicznego analizowanych ziaren złota na ich powierzchni rozpoznano nano- i mikrostruktury Au zbudowane ze złota podwyższonej próby oraz widoczne w przekroju ziaren wewnętrzne tekstury wskazujące na selektywne rozpuszczanie złota w warunkach hipergenicznych, jego migracją a następnie chemiczne wytrącanie z roztworów i wtórną rekrystalizacją.

Krystaliczne przerosty złota oraz charakterystyczne banieczkowate lub drobnorobaczkowe skupienia Au (często w paragenezie z minerałami ilastymi), które zrastając się formują inkrustacje złota amorficznego a ostatecznie warstwę złota „nowego" na powierzchni złociny, świadczą o aktywności procesów wytrącania złota autogenicznego w opisywanych okruchowych osadach złotonośnych.

Nano- i mikroskupienia złota robaczkowo-pęcherzykowego zbudowane ze złota amorficznego mogą być wynikiem koagulacji koloidów lub ich adsorpcji przez minerały ilaste będące powszechnym składnikiem badanych osadów. Część struktur robaczkowo-pęcherzykowych ma prawdopodobnie genezę biogeniczną i jest związana z procesami życiowymi oraz autolizą bakterii. Krystaliczne przerosty złota są prawdopodobnie efektem rekrystalizacji złota koloidalnego wytrącanego na powierzchni ziaren Au po depozycji w rozsypisku. Osadnikiem (powierzchniami kondensacji) złota „nowego" były najczęściej starsze złociny, często z oznakami abrazji i samooczyszczania. Jest mało prawdopodobne, by kryształy i struktury kondensacji złota amorficznego mogły przetrwać transport i nie ulec destrukcji. Powstały one po depozycji w osadzie, w ostatnim stadium uśpienia rozsypiska. Cykliczność powyższych procesów prowadzi do formowania coraz wiekszej masy skupień „nowego" złota w osadzie okruchowym, a w rezultacie do odnawiania się rozsypiska złotonośnego.

Literatura

Abramov V.Y., Potapov A.A., Kiryukhin V.A., Sudarikov S.M., Shemyakin V.N. 1993. The hydrogene component in alluvial gold placers. Geochem. Internat. 30, 117–124.

Albanese M.D., 1986. The Parker gold piece. Gold Bull. 19(3), 90–91.

Balcerzak E., Nejbert K., Olszyński W. 1992. Nowe dane o paragenezach kruszcowych w żyłach siarczków pierwotnych złoża Miedzianka (Góry Świętokrzyskie). Prz. Geol., 40(11): 659–663.

Benedetti M., Boulegue J. 1991. Mechanism of gold transfer and deposition in a supergene environment. Geochim. Cosmochim. Acta 55, 1539–1547.

Clough D.M., Craw D. 1989. Authigenic gold–marcasite association – evidence for nugget growth by chemical accretion in fluvial gravels, Southland, New Zealand. Econ. Geol., 84: 953–958.

Craw D. 1992. Growth of alluvial gold particles by chemical accretion and reprecipitation, Waimumu, New Zealand. New Zealand J. Geol. Geoph. 35, 157–164.

Delura K. 2004. Native gold-Ni-arsenides assemblage in serpentinites from Czarna Góra, Ślęża Ophiolite Complex. Mineralogical Society of Poland – Special Papers 24, 127–130.

Delura K. 2011. Native gold in partly serpentinized peridotite from the Jordanów-Gogołów Serpentinite Massif, Sudetic ophiolite. AM Monograph 2, 179–190.

Dutova E.M., Bukaty M.B., Nevol'ko A.I., Pokrovsky D.S., Shvartzev S.L. 2006. Hydrogenic concentration of gold in alluvial placers of the Egor'evsk area, Salair [Eng. Sum.]. Geol. Geofiz. 47(3), 364–376.

Eyles N. 1995. Characteristics and origin of coarse gold in Late Pleistocene sediments of the Cariboo placer mining district, British Columbia, Canada. Sedim. Geol. 95, 69–95.

Falconer D.M., Craw D. 2009. Supergene gold mobility: a textural and geochemical study from gold placers in southern New Zealand. Soci. Econ. Geolog. 14, 77–93.

Friese F.W., 1931. The transportation of gold by organic underground solutions. Econ. Geol. 26(4), 421–431.

Grodzicki A. 1997. Ewolucja petrologiczna kenozoicznych osadów złotonośnych okolic Głuchołazów w świetle teorii denudodezagregacji. Pol. Tow. Min., Pr. Spec. 9, 97–99.

Herail G., Fornar G., Viskarra G., Miranda V. 1990. Morphological and chemical evolution of gold grains during formation of a polygenetic fluviatile placer: the Mio-Pleistocene Tipuani placer example (Andes, Bolivia). Chron. Rech. Min. 500, 41–49.

Hong H., Tie L., Bian Q., Zhou Y. 2006. Interface characteristics between colloidal gold and kaolinite surface by XPS. J. Wuhan Univ. Tech., Mat. Sci. Ed. 21(3), 90–93.

Hough R.M., Noble R.R.F., Hitchen G.J., Hart R., Reddy Y S.M., Saunders M., Clode P., Vaughan D., Lowe J., Gray D.J., Anand R.R., Butt C.R.M., Verrall M. 2008. Naturally occurring gold nanoparticles and nanoplates. Geology 36, 571–574.

Kanasiewicz J. 1982. A method of quantitative interpretation of schlichs alluvial anomalies on the example of gold [Eng. Sum.]. Przegląd Geologiczny 30(8), 404–406.

Knight J., Morison S., Mortensen J. 1999. The relationship between placer gold particle shape, rimming, and distance of fluvial transport as exemplified by gold from the Klondike District, Yukon Territory, Canada. Econ. Geol. 94, 635–648.

Krendelev F.P. 1991. Does gold grow in placers? [W:] Geochemical prospecting for ore deposits in taiga landscapes [Eng. Sum.], 92–100. Nauka, Novosibirsk.

Lengke M.F., Southam G. 2006. Bioaccumulation of gold by sulfate–reducing bacteria cultured in the presence of gold(I)–thiosulfate complex. Geochim. Cosmochim. Acta 70(14), 3646–3661.

Lengke M.F., Southam G. 2007. The deposition of elemental gold from gold(I)–thiosulfate complexes mediated by sulfate–reducing bacterial conditions. Econ. Geol. 102(1), 109–126.

Mann A.W. 1984. Mobility of gold and silver in lateritic weathering profiles: Some observations from Western Australia. Econ. Geol. 79, 35–49.

Mikulski S., Speczik S. 2002. Organic matter and its relation to metal distribution in the western ore field of the Złoty Stok Au-As Deposit Lower Silesia, Poland. IAGOD Congress Materials, Windhoek Namibia. Extended Abstract and Presentation – CD-ROM Volume.

Mikulski S.Z., Speczik S. 2008. Organic and inorganic geochemistry of gold mineralization at the Złoty Stok, Southwest Poland. App. Earth Scien. (Trans. Inst. Min. Metall. B) 117, 149–158.

Mikulski S., Speczik S. 2016. The auriferous ore mineralization and its zonal distribution around the Variscan Kłodzko-Złoty Stok granitoid pluton in Sudetes (SW Poland). Geol. Quarterly 44 s.

Osovetsky B.M. 2016. Aggregation of nanogold particles in the environment. Nat. Resour. Res. 25(2), 241–253.

Oszczepalski S., Speczik S. 2011. Gold mineralization in the Kupferschiefer oxidized series of the North-Sudetic Through, SW Poland. [W:] Gold in Poland, AM Monographs 2, 153–168.

Ran Y., Fu J., Rate A.W., Gilkers R.J. 2002. Adsorption of Au (I, III) complexes on Fe, Mn oxides and humic acid. Chem. Geol. 185, 33–49.

Reith F., Stewart L., Wakelin S.A. 2012. Supergene gold transformation: secondary and nanoparticulate gold from southern New Zealand. Chem. Geol. 320, 32–45.

Schmidbaur H., Cronje S., Djordjevic B., Schuster O. 2005. Understanding gold chemistry through relativity. Chem. Phys., 311, 151–161.

Shchegol'kov YU.V., Tauson V.L., Medvedev V.YA., Pochekunina M.V., Ivanova L.A., Lipko S.V. 2007 – Interaction of elemental gold surface with fluids: a key to understanding mechanisms of recondensation and mobilization of gold under endogenic and exogenic conditions. Dokl. Earth Scie. 413(2), 244–247.

Shuster J., Reith F., Cornelis G., Parson J.E., Parson J.M., Southam G. 2017. Secondary gold structures: relics of past biogeochemical transformations and implications for colloidal gold dispersion in subtropical environments. Chem. Geol. 450, 154–164.

Southam G. 1998**.** Quantification of sulfur and phosphorous within secondary gold rims on Yukon placer gold. Geology 26, 339–342.

Southam G., Saunders J.A. 2005. The geomicrobiology of ore deposits. Econ. Geol. 100, 1067–1084.

Speczik S., 1991. Evolution of placer gold occurrences in the vicinity of Lwówek Śląski (South-West Poland). [W:] M. Pagel, J. Leroy (red.) Source, Transport and Deposition of Metals, 709–713. Balkema, Rotterdam-Brookfield.

Speczik S., Mikulski S. 1997. Gold – polymetalic deposits within metamorphic covers of Paleozoic granitoides in the Sudetes SW Poland -EWGS/UNESCO Deposits Modeling program, 31–36.

Speczik S., Niczyporuk K. 1993. Gold in arsenic minerals of Złoty Stok. Min. Pol. 24(1–2), 21–31.

Speczik S., Olszyński W. 1993. PGM and arsenic Au-rich mineralizations in serpentinites of Ślęża ofiolite. (South-West Poland). Recent Research in Geology Applied to ore deposits. University of Granada. ISBN 84-338-1772-8, 563–578. Granada.

Speczik S., Oczczepalski S. 2004. Alteration controls on the formation of Rote Fäule-related Au-PGE mineralization in the Polish Kupferschiefer 32-nd Int. Gel. Congress Florence-Italy, Abstract vol. 2, 876.

Speczik S., Piestrzyński A. 1995. Au – mineralization from the Ślęża ophiolite complex, Poland. Mineral Deposits. Pasava, Kribek, Żak (red.) Balkema. ISBN 90-5410-550X, 191–195. Rotterdam.

Speczik S., Wierchowiec J. 1990. Origin of placer gold deposits of the North-Sudetic Syncline (South-West Poland. Berichte der Deutsch. Mineral. Gesell. 2(1), 245. Nägele u. Obermüller. Stuttgart.

Speczik S., Wojciechowski A. 1997. Złotonośne utwory z pogranicza czerwonego spągowca i cechsztynu niecki północnosudeckiej w okolicach Nowego Kościoła. Przegląd Geologiczny 45, 872–888.

Speczik S., Wołkowicz W. 1995. Origin of alluvial gold. A case study of Bóbr river. SGA III Meeting. Balkema. ISBN 90-5410-550X, 195–198. Rotterdam.

Speczik S., Niczyporuk K., Sokołowska G., Wojciechowski A. 1996. Gold ores of the Pieniny Mts., Poland Tertiary epithermal Au-Ag localities. Anuarul Instytutu Geologie al Romaniei. Materials, 8. Bukareszt.

Speczik S., Oszczepalski S., Rydzewski A., 1998. Poszukiwanie cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w Polsce. Przegląd Techniczny 1, 18–25.

Speczik S., Oszczepalski S., Rydzewski A., 1999. Rote Faule-related Au-Pt-Pd mineralization in SW Poland: new data. [W:] Mineral Deposits: processes to processing. Proceedings of the Fifth Biennial SGA Meeting and the Tenth Quadrennial IAGOD Symposium. London, UK, 22-25 August. Vol. 2, 1423–1426.

Speczik S., Oszczepalski S., Niczyporuk K., Nowak G. 2003. Cu-Ag and Au-Pt mineralization in Poland – a reappraisal from organic matter. [W:] Symposium – BOR 100 Years: 1–6.

Speczik S., Oszczepalski S., Piestrzyński A., Rydzewski A., Niczyporuk K. 1997. Poszukiwania cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w SW Polsce. [W:] A. Muszer (red.), Metale szlachetne w NE części Masywu Czeskiego i w obszarach przyległych. geneza, występowanie, perspektywy, 48–55.

Speczik S., Piestrzyński A., Pieczonka J., Oszczepalski S., Banaszak A. 1997a. Noble metals from the Kupferschiefer-type deposits in SW Poland. [W:] H. Papunen (red.), Mineral Deposits, 563–566. Balkema Rotterdam ISBN 9054108894.

Speczik S., Rydzewski A., Oszczepalski S., Piestrzyński A. 1997b. Exploration for Cu-Ag and Au-Pt -Pd Kupferschiefer – type deposits in SW Poland. [W:] H. Papunen (red.), Mineral Deposits, 119–122. Balkema Rotterdam ISBN 9054108894.

Szamałek K., Marcinowska A., Nejbert K., Speczik S. 2011. Seafloor Massive Sulphides (SMS) from Galapagos Rift Zone-Mineralogy, Geochemistry and Economic Importance. Kwartalnik Geologiczny 55(3), 187–202.

Townley B.K., Herail G., Maksaev V., Palacios C., De Parseval P., Sepulveda F., i in. 2003. Gold grain morphology and composition as an exploration tool: application to gold exploration in covered areas. Geoch. Explor., Environ., Analysis 3(1), 29–38.

Vlassopoulos D., Wood S.A. 1990. Gold speciation in natural waters. I. Solubility and hydrolysis reactions of gold in aqueous solution. Geochim. Cosmochim. Acta 54(1), 3–12.

Watterson J.R. 1985. Crystalline gold in soil and the problem of supergene nugget formation: freezing and exclusion as genetic mechanisms. Precam. Res., 30: 321–335.

Webster J.G. 1986. The solubility of gold and silver in the system Au-Ag-S-0_2-H_20 at 25°C and 1 atm. Geochim.Cosmochim. Acta 50(9), 1837–1846.

Webster J.G., Mann A.W. 1984. The influence of climate, geomorphology and primary geology on the supergene migration of gold and silver. J. Geochem. Explor. 22(1–3), 21–42.

Wierchowiec J. 2000. Złotonośność trzeciorzędowych i czwartorzędowych osadów rzecznych na przedpolu Sudetów Wschodnich. Unpublished Ph.D. thesis. Department of Geology, The Warsaw University, 1–159.

Wierchowiec J. 2001. Origin of placer gold occurrences in the vicinity of Głuchołazy, SW Poland. [W:] Mineral deposits at the beginning of the 21st century (red. A. Piestrzyński), 835–838. Balkema Publishers, Lisse.

Wierchowiec J. 2002. Morphology and chemistry of placer gold grains – indicators of the origin of placers: an example from the East Sudetic Foreland, Poland. Acta Geol. Pol. 52(4), 563–576.

Wierchowiec J. 2006. Preglacial to Holocene auriferous sediments from the East Sudetic Foreland, Poland: gold grade and exploration. Kwartalnik Geologiczny 50(2), 289–302.

Wierchowiec J. 2007. Placer gold and other economic minerals from the remnants of palaeofan deposits in the foreland of the East Sudetes, Poland. Acta Geol. Pol. 57(4), 523–537.

Wierchowiec J. 2010. Gold in technogenous placers of Lower Silesia, Poland. 206 s. Warsaw University Press.

Wierchowiec J. 2011. Placer gold of East Sudetes and its foreland, Poland. [W:] Kozłowski A., Milulski S.Z. (red.) Gold in Poland. Arch. Mineral. Mon. 2, 209–242.

Wierchowiec J., Mikulski S.Z., Gąsiński A. 2018. Nanoforms of gold from abandoned placer deposits of Wądroże Wielkie, Lower Silesia, Poland – The evidence of authigenic gold mineralization. Ore Geol. Rev. 101, 211–220.

Wierchowiec J., Mikulski S.Z., Zieliński K. 2021. Supergene gold mineralization from exploited placer deposits at Dziwisz´ow in the Sudetes (NE Bohemian Massif, SW Poland). Ore Geol. Rev. 131, 104049.

Wilson A.F. 1984. Origin of quartz–free gold nuggets and supergene gold found in laterites and soils. A review and some new observations. Australian J. Earth Sci. 31, 303–316.

Wood S.A. 1996. The role of humic substances in the transport and fixation of metals of economic interest (Au, Pt, Pd, U, V). Ore Geol. Rev. 11, 1–31.

Youngson J., Craw D. 1993. Gold nugget growth during tectonically induced sedimentary recycling, Otago, New Zealand. Sedim. Geol. 84, 71–88.

Youngson J., Craw D. 1999. Variation in placer style, gold morphology, and gold particle behavior down gravel bad–load rivers: an example from the Shotover/Arrow–Kawarau–Clutha river system, Otago, New Zealand. Econ. Geol. 94, 615–634.

Zhu L., Letaieff S., Liu Y., Gervais F., Detellier C. 2009 – Clay mineral–supported gold nanoparticles. Appl. Clay Sci. 43(3–4), 439–446.

GOZ przemysłu miedziowego szansą pozyskania metali krytycznych

Herbert Wirth[1], Wojciech Kaczan[1]

[1] Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Katedra Górnictwa, Politechnika Wrocławska

Wprowadzenie

Zmiany klimatu, zwiększająca się populacja Ziemi oraz postępująca konsumpcja są wyzwaniami globalnymi, którym sprostanie zostało ujęte w koncepcji rozłączenia (ang. *decoupling*) (Fig. 1). Wskazuje ona, że szansą na życie w zgodzie ze środowiskiem naturalnym jest odłączenie ludzkiego dobrostanu i rozwoju od zużycia surowców oraz od wpływu na środowisko. Jest to bodziec dla przemysłu surowcowego, ponieważ stanowi on fundament dostarczania surowców krytycznych, w tym surowców bateryjnych, niezbędnych do przeprowadzenia istotnych dla świata zmian (Bingoto i in. 2023).

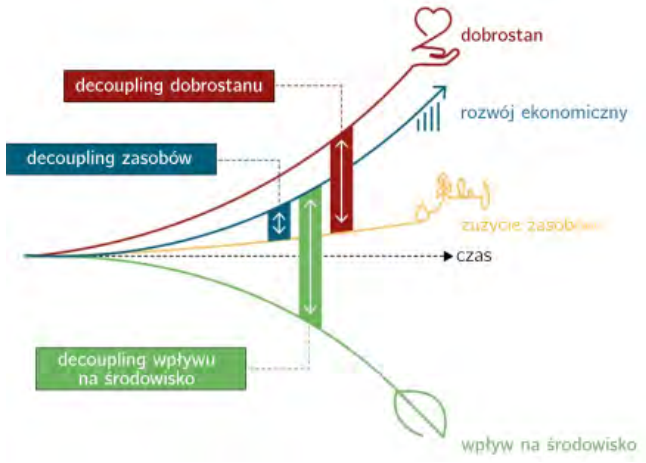


Fig. 1. Schemat ideowy decouplingu

Do narzędzi służących osiąganiu Celów Zrównoważonego Rozwoju opartych na rozłączeniu należy Gospodarka o Obiegu Zamkniętym (GOZ). Stanowi ona szansę na redukcję zużycia zasobów, jak i też maksymalizację wykorzystania tych znajdujących się już w obiegu. GOZ jest obecnie powszechnie stosowanym narzędziem w wielu przemysłach oraz często stanowi szansę na przewagę marketingową firm, a także jest wkładem do obecnych standardów ESG (ang. *Environmental, Social and Governance*) oraz bliskich wprowadzenia ESRS (*European Sustainability Reporting Standards*). To spojrzenie ma także odbicie w branży górniczej.

Przemysł miedziowy stoi przed szeregiem wyzwań w zakresie efektywności, produktywności, transformacji energetycznej, nowoczesnych technologii, jak i zwiększenia udziału w zarządzaniu firmą interesariusza społecznego i środowiskowego.

W tym artykule, który z natury rzeczy ma charakter dyskusyjny, określimy sposób zdefiniowania potencjałów związanych z lepszym zagospodarowaniem złoża polimetalicznego, a tym samym pozyskania skuteczniej i efektywniej metali nowoczesnego przemysłu 4.0.

Przedmiot badań

Złoże eksploatowane przez KGHM Polska Miedź jest złożem polimetalicznym, z którego eksploatowana jest ruda miedzi zawierająca miedź, srebro, ołów, złoto, nikiel, ren, selen, złoto, platyna i pallad. Poza nimi występują inne istotne metale jak kobalt czy wanad. Złoże to, wieku permskiego, ma charakter osadowy, stratoidalny typu łupek miedzionośny (*Kupferschiefer*), w którym skały osadowe takie jak piaskowiec, łupek oraz dolomit są okruszcowane i stanowią przedmiot eksploatacji górniczej, a następnie przeróbki w zakładach wzbogacania rud, a koncentrat przetapiany jest w hutach należących do KGHM-u. Model biznesowy KGHM opiera się na zintegrowanej produkcji miedzi od wydobycia, przeróbki wraz ze składowaniem odpadów na mokro, przetopu w procesie termicznym używając technologie płomieniowe i zawiesinowe, elektrorafinacji aż do przetwórstwa w zakładach należących do firmy.

W skałach zmineralizowanych złóż eksploatowanych przez KGHM poza Cu występuje szereg metali towarzyszących takich jak: Pb, Zn, Ag, Co, Ni, Mo, Re, V, Se, As, Cr, Sn, Bi oraz Au, Pt, Pd. Ich zawartość uśredniona według Kijewski i in. (2018) wynosi dla Cu 221 000 ppm przy wskaźniku koncentracji w stosunku do klarka wg Taylora wynoszącym 401, dla Pb 1400 ppm i wskaźnik koncentracji równy 112, Zn 500 ppm i 7,1, dla Ag 77 ppm i 770, dla Co 59,6 ppm i 2.3, Ni 50,9 ppm i 0,6, Mo 38 ppm i 25, Re 0,6 ppm i 600, V 82,5 ppm i 0,6, Se 4,5 ppm i 900, As 235,7 ppm i 130, 9, Cr 13,5 ppm i 0,4, Sn 7 ppm i 3,5 , Bi 2.1 ppm i 12,35. Biorąc pod uwagę kryterium średniej zawartości tych pierwiastków w rudzie miedzi można wyróżnić grupę pierwiastków głównych Cu, Pb,

S i Fe, o zawartości powyżej 1000 ppm. Drugą grupę stanowią pierwiastki o zawartości od 10–1000 ppm i są to Zn, F, As, Ni, Co, V, Ag, Mo, U. Do trzeciej grupy pierwiastków możemy zaliczyć Sb, Bi, Th, Sn, Cd, Se, Hg, Ge, Re, Au, Pd i Pt (Banaś i in. 1996).

Według tych samych autorów, jeżeli za kryterium weźmiemy współczynnik koncentracji, to jedynie srebro ma koncentrację powyżej 1000. Pierwiastki o koncentracji powyżej 100 to Cu, Pb, Re. Trzecia grupa o współczynniku koncentracji powyżej 10 to Se, As, Sb, Bi, Mo, Cd, Hg, i Au. Metale o słabym wzbogaceniu to Zn, U, Sn, Co, Pt, F i Ge oraz ostatnia grupa metali o koncentracji poniżej 0,1, czyli poniżej klarka, to Fe, V, Th, Ni i Pd. Uran charakteryzują się tylko lokalnym nagromadzeniem. Te zawartości różnią się istotnie w zależności od typu rudy z tym, że ruda łupkowa jest najbardziej podkoncentrowana. Polskie kopalnie miedzi produkują rocznie 449,4 tysiąca ton miedzi z wydobytej rudy (dane na 2022 rok). KGHM wydobywa również minerały towarzyszące. Produkcja w 2022 roku wyniosła 1298 ton srebra, 769 kilogramów złota, 28 770 ton ołowiu, 2240 ton siarczanu niklu, 81,71 tony selenu i 6,31 tony renu. Kopalnia Polkowice-Sieroszowice jest również znaczącym producentem soli kamiennej (49 288 ton). Huty w Głogowie i Legnicy wyprodukowały w 2021 roku 586 tysiąca ton miedzi elektrolitycznej (381,5 tysiąca ton z koncentratów KGHM i 204,5 tysiąca ton z wsadów obcych) (Szuflicki i in. 2023). Walcownia Cedynia produkuje 264,3 tysiąca ton walcówki miedzianej i 17,6 tysiąca ton drutów z miedzi beztlenowej (KGHM, 2022). Geologiczne zasoby bilansowe Cu-Ag w złożach udostępnionych czynnymi kopalniami wynoszą 1507,30 miliona ton rudy, zawierającej 27,46 miliona ton miedzi i 79,61 tysiąca ton srebra. Zasoby przemysłowe to ponad 1000 milionów ton rudy (Szuflicki i in. 2023). Wynika to z zastosowanej technologii przeróbczej i hutniczej.

Zdefiniowanie potencjałów

Proponowanym narzędziem do zdefiniowania potencjałów pozyskania metali jest LCA (LCM) oraz podejście procesowe i benchmarkowe. LCA – ocena cyklu życia procesów stosowanych w KGHM jako narzędzie zarządzania środowiskowego daje szansę na holistyczne podejście do całego cyklu życia procesu pozyskanie metali czyli od geologii poszukiwawczej do zamknięcia i rekultywacji kopalni (Fig. 2). Stąd w projektach geologiczno-górniczych są cztery główne aspekty GOZ, które należy śledzić:

- strumień materiałowy – w tym metali,
- strumień wodny – w tym szczególnie solanka zawierająca liczne pierwiastki,
- strumień energetyczny – w tym energia odpadowa,
- wykorzystanie terenu zarówno powierzchni jak poeksploatacyjnych.

Można określić potencjał zagospodarowania surowców odpadowych, stosując metodę porównania zawartości poszczególnych metali, jako wskaźniki koncentracji zawartości

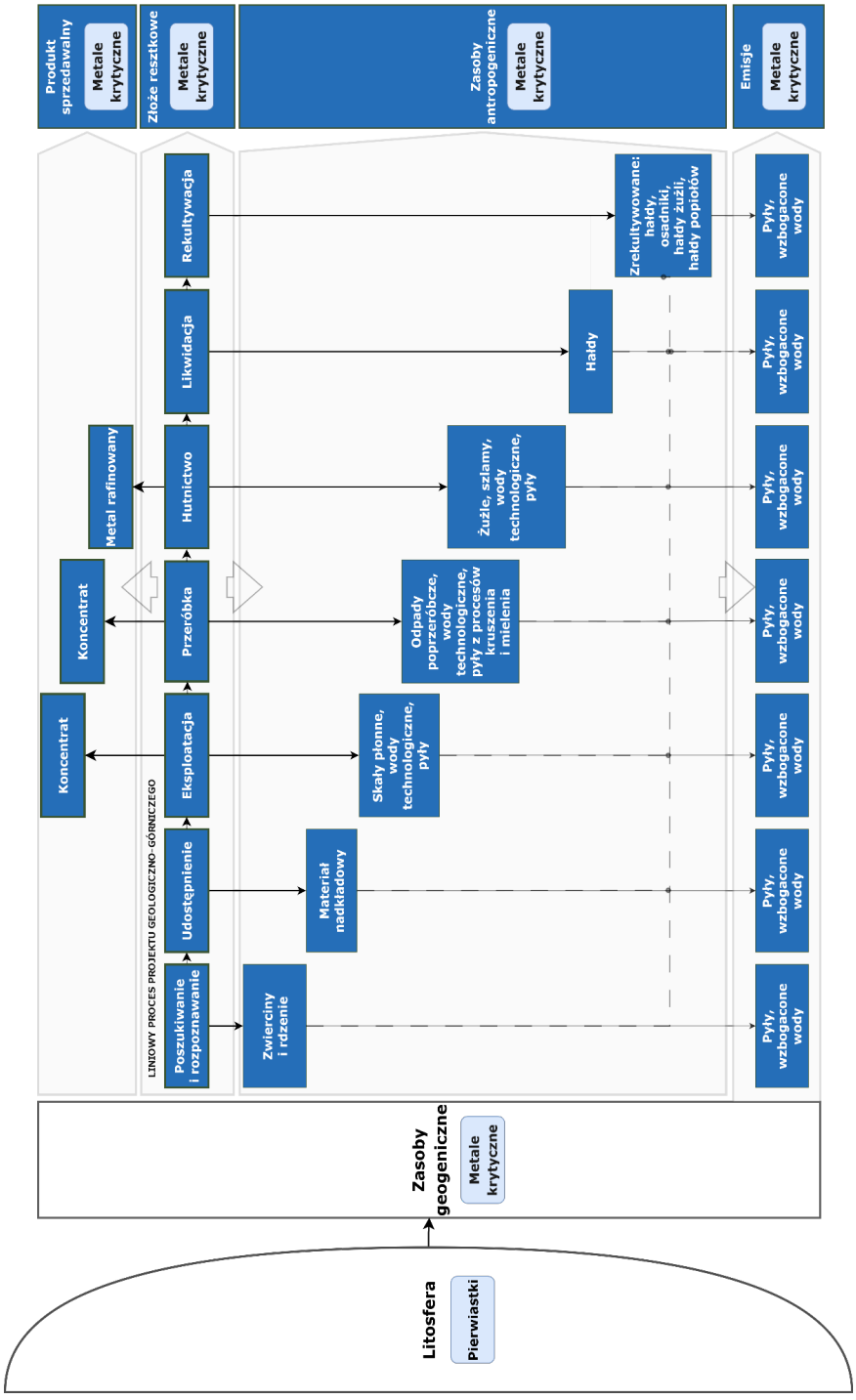


Fig. 2. Cykl życia materiałów w projekcie geologiczno-górniczym rud miedzi (Kaczan 2023)

tych metali, w produktach z realizowanych procesów oraz możliwości techniczno-technologicznych ich pozyskania.

Na każdym etapie życia projektu górniczego można zdefiniować ilość i jakość emisji m.in. odpadów, ścieków, pyłów, energii do środowiska, jako potencjał do pozyskania z tych strumieni pierwiastków użytecznych do ich gospodarczego wykorzystania. W naszym artykule zajmiemy się tylko pierwszym aspektem, widząc w tym największą możliwość określenia i wykorzystania pierwiastków krytycznych. Po zdefiniowaniu tych potencjałów należy opracować program cyrkularności, projektu pozyskania metali, obejmujące m.in. zdefiniowanie celu, przypisanie narzędzi do wykorzystania, właściciela tego procesu, budżet czy też harmonogram realizacji.

Etap poszukiwań i rozpoznania złoża

Istotnym elementem, niestety zapomnianym w polskiej praktyce, jest właściwa identyfikacja ilości i jakości występujących kopalin i metali towarzyszących przyjmując za zasadę, że mamy do czynienia ze złożem polimetalicznym. Ten etap to również istotny element wyjściowy dla procesu bilansowania metali w całym cyklu procesu produkcji miedzi. Produktem tego procesu jest ilość udokumentowanych **zasobów geologicznych bilansowych** zawierających zidentyfikowane kopaliny i metale towarzyszące.

Etap udostępnienia

PZZ jest podstawowym dokumentem i poza rozwiązaniami techniczno-technologicznymi, ekonomicznymi, społecznymi winien zawierać program cyrkularności w oparciu o wiedzę i stan technologii procesów wydobywczo-przeróbczych. Planowanie robót udostępniających i eksploatacyjnych powinno uwzględniać, zdefiniowane uprzednio, pierwiastki towarzyszące możliwe do wydobycia oraz wnioski wynikające z mapy geometalurgicznej. Produktem tego procesu są **zasoby przemysłowe i operatywne**.

Etap eksploatacji górniczej

Technika i technologia wydobycia powinna być dostosowana do charakteru złoża, dająca możliwość pozyskania urobku, bez nadmiernego zubożenia najczęściej wynikającej ze stosowanych technologii z rozszerzenia furty eksploatacyjnej. Produktem procesu wydobycia jest **urobek** stanowiący mieszaninę rudy i skały otoczenia rudy (zubożenie). W dobie automatyzacji istnieje możliwość selektywnej eksploatacji np. łupka miedzionośnego będącego swego rodzaju naturalnym koncentratem wysokoenergetycznym możliwym do bezpośredniego przetopu a tym samym zwiększenie efektywności pozyskania

metali. Zmniejszenie furty to również obniżenie zubożenia i zmniejszenie „produkcji" odpadów.

Etap przeróbki

Istotnym elementem mającym wpływ na sposób odzysku użytecznych metali jest stosowana technologia przygotowania, przerobu (aktualnie wzbogacenie jest oparte na flotacji) urobku oraz sposobu zagospodarowania odpadów. Etap przeróbczy jest skoncentrowany na produkcji **koncentratu** stanowiącego wsad do procesów hutniczych. Najistotniejszym strumieniem materiałowym pod względem ilości są **odpady poflotacyjne** składowane na mokro oraz strumień wodny będący częściowo w obiegu zamkniętym. Odpady tego procesu są zdeponowane w osadnikach Starego Zagłębia: Wilków, Iwiny i Wartowice w sumie ponad 100 mln ton o powierzchni ponad 400 ha, w tym zbiornik Wartowice odpowiednio 32,5 mln ton odpadów na powierzchni 140 ha, a osadnik Gilów o powierzchni 600 ha i ilości odpadów 92 mln ton oraz Żelazny Most, na którym zdeponowano już ponad 1 mld ton (Kotarska 2012; Piestrzyński i in. 2007).

Etap zamknięcia, likwidacji i rekultywacji

Produktem tego procesu są zasoby resztkowe pozostawione w górotworze. i mają znaczenie dla właściwego bilansu metali, a tym samym stopnia wykorzystania złoża.

KGHM jest zintegrowanym producentem miedzi to oznacza, że oprócz procesów wydobycia, prowadzi również działalność hutniczą opartą o procesy:

a. *Przetopu (pirometalurgia)* koncentratu własnego i obcego w oparciu o technologie:
   - ➢ pieców płomieniowych (szybowych – technologia stosowana jeszcze w hucie Legnica) gdzie produktem jest kamień miedziowy podlegający świeżeniu w konwertorze (konwertor) dając w efekcie miedź konwertorową a emisjami są odpady w postaci żużla szybowego i pyłów.
   - ➢ pieców zawiesinowych, tzw. proces jednostadialny (gdzie produktem jest miedź blister i żużel miedziowy podlegający procesom przetopu w piecach elektrycznych, w wyniku czego uzyskujemy stop CuPbFe podlegający konwertowaniu. Produktami głównymi tego procesu jest miedź blister oraz żużel z pieca elektrycznego oraz pyły.
b. *Rafinacji ogniowej* (piece anodowe); miedź anodowa przy wykorzystaniu piecy topielnych i karuzeli wylewowej anod,
c. *Elektrorafinacji anod;* w wyniku tego procesu w roztworze kwasu siarkowego i przy odpowiedniej gęstości prądowej produkuje się katody miedziane oraz szlamy anodowe i $NiSO_4$,
d. *Przetwórstwa;* część katod wraz ze złomem miedzianym produkuje wlewki, walcówkę oraz drut miedziany w tym beztlenowy.

Dyskusja wyników analizy

Każdy z przedstawionych procesów ma swoje produkty główne oraz szereg emisji w tym szczególnie emisje materiałowe i wodne.

Podstawą do analizy możliwości pozyskania metali z różnych procesów w ujęciu ilościowym i jakościowym jest bilans materiałowy i wodny, z którego wynika możliwość poprawienia odzysku metali lub daje podstawę do projektów ich gospodarczego wykorzystania. Właściwe zdefiniowanie produktów cząstkowych każdego procesu pozwoli na ocenę śladu środowiskowego obejmującego m.in. te cztery aspekty. Wskaźniki emisyjności pozwolą na określenie konkurencyjności naszego przemysłu w szerszym ujęciu niż tylko kosztowym. Określenie benchmarku pozycji przemysłowego producenta miedzi w stosunku do innych ważnych producentów jako oręża w dyskusji ze społeczeństwem o możliwościach rozwoju tego przemysłu. Wskaźniki te odnoszą się np. do zużycia kopaliny (rudy) na wyprodukowanie 1 tony koncentratu o standardowej zawartości miedzi, co w świetle wskaźnika zasobooszczędności jest w miarę zobiektywizowanym kryterium, tzn. odnoszącym się do produktów poszczególnych procesów, jako stosunek ilości strumienia emisji do ilości produktu z procesu będącego przedmiotem oceny. W ten sposób można zdefiniować potencjał do wykorzystania w podniesieniu efektywności procesów a tym samym pozyskania metali towarzyszących.

Na podstawie dostępnych danych istnieje potencjał odzysku metali towarzyszących z przykładowych procesów:

- **przeróbka urobku** średnio dla KGHM (1990–1994) dla Co wynosiła w nadawie 45,5 ppm (dla ZG Lubin 81 ppm) w koncentracie średnio 453,1 ppm (ZGL 942,9 ppm) a w odpadach 43 ppm (Kotarska 2012; Kaczan 2023) co świadczy, że tylko połowa kobaltu przechodzi do koncentratu, reszta do odpadów poflotacyjnych a pozostała część do żużla pohutniczego z pieca szybowego. W odpadach zdeponowanych w zbiornikach poflotacyjnych występuje kobalt w ilości 23 ppm przy zawartości Cu 0,21–0,30% oraz Ag 14–15 ppm.
- **topienie płomieniowe i zawiesinowe** koncentratów miedzi o średniej zawartości 23% Cu i różnych dodatków np. odpadów żużla anodowego powoduje, że występuje duża ilość odpadów w postaci żużla z pieca szybowego czy też elektrycznego oraz spora ilość pyłów. Te produkty w zwłaszcza żużel z pieca szybowego zawiera dość interesującą ilość kobaltu w formie drobnych stopów CuCoFe.
- **elektrorafinacji** anod z HM Legnica zawierających 99,18% Cu, 0,19% Pb, 0,13% Ni, 15 ppm Sn, 80 ppm Fe, 42 ppm Zn, 1023 ppm As, 101 ppm Sb, 1,9 ppm Bi i 2619 ppm Ag, która w wyniku elektrorafinacji przechodzą do szlamu anodowego Cu poniżej 0,2%, Au, Ag, Se, Te, Pb powyżej 98% a Co, Ni, Fe, Zn przechodzą do elektrolitu, który podlega oczyszczeniu w wyniku czego otrzymuje się m.in. $NiSO_4$. Kobalt w anodzie to około 0,3 ppm i w tym procesie w całości przechodzi do roztworu (Piestrzyński i in. 2007).

Wnioski

Analizując dostępne dane w zakresie zawartości metali towarzyszących w strumieniach emisyjnych, należy stwierdzić, że:

- istnieje potencjał odzysku metali towarzyszących, natomiast brak jest rzetelnego bilansu tych metali w całym cyklu procesów produkcji miedzi, pozwalających na ich odzysk ekonomicznie i społecznie uzasadnionych. Wskazane jest podjęcie starań o gromadzenie danych o metalach krytycznych w złożu od samego początku projektu geologiczno-górniczego, w ciągu technologicznym. oraz stworzenie systemu pozwalającego na stałe łączenie tych danych ze sobą i możliwość całościowej analizy przepływu pierwiastków.
- przy zagospodarowaniu zdeponowanych odpadów należy uwzględnić technologie hydrometalurgiczne in situ dające możliwość ługowania tych metali wykorzystując odpowiednie dla tych metali reagenty oraz zachowania zasad ochrony środowiska zwłaszcza przed infiltracją eluatów w głąb górotworu.

Podsumowanie

Wyzwaniami dla pozyskania metali krytycznych przemysłu miedziowego dla surowców o charakterze geogenicznym, jak i antropogenicznym są:

- Stosowanie w zagospodarowaniu złoża spojrzenia holistycznego uwzględniającego różnorodność etapów pozyskiwania metali czy innych składników użytecznych, wykorzystując narzędzie zarządzania środowiskowego jakim jest LCA.
- Opracowanie dedykowanych technologii wydobycia w oparciu o dane uzyskane z etapu dokumentowania złoża w tym opracowane mapy geometalurgicznych złoża uwzględniające koncentracje metali towarzyszących. Uzyskane dane pozwolą na optymalne pod względem techniczno-technologicznym, środowiskowym, ekonomicznym i społecznie akceptowalnym wdrażanie technologii uwzględniającej aspekty GOZ w tym możliwości późniejszego odzysku metali towarzyszących.
- Bilansowanie wielkości i jakości strumienia materiałowego (od rudy do koncentratu) jak i wodnego (propozycja minimalna) w tym pierwiastków krytycznych dla *upstream* (górnictwo i przeróbka) jak również *midstream* (hutnictwo).
- Należy opracować technologie dostosowane do składu i możliwości odzysku metali towarzyszących – technologie dedykowane, uwzględniające istniejącą już infrastrukturę.
- Cele GOZ powinny obejmować pozyskanie surowców ze źródeł odpadowych aktualnie realizowanych procesów lecz również ze starych obiektów/składowisk od-

padów powydobywczych których w przypadku miedzi to aż 46% całkowitej ilości odpadów przeróbczych.

➢ Odpady z procesów produkcji miedzi stanowią duży potencjał pozyskania metali stosowanych w nowoczesnym przemyśle i stąd wymagają szczegółowej analizy ilościowej i jakościowej, które dadzą podstawę do opracowania technologii *on site* lub *off site* uwzględniającą element braku możliwości ponownej redepozycji.

Literatura

Banaś M., Kijewski P., Salamon W. 1996. Metale towarzyszące w złożu rud miedzi. Monografia KGHM Polska Miedź SA Lubin.

Bingoto P., Foucart M., Gusakova M., Hundertmark T., Van Hoey M. 2023. The net-zero materials transition: Implications for global supply chains. Mckinsey.

Fischer-Kowalski M., Swilling M., von Weizsäcker E.U., Ren Y., Moriguchi Y., Crane W., Krausmann F., Eisenmenger N., Giljum S., Hennicke P., Romero Lankao P., Siriban Manalang A., Sewerin S. 2011. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.

Global Tailings Review. ICMM, UNEP, Pri 2020.

Kaczan W. 2023. Identyfikacja, metody pozyskania i wykorzystanie metali krytycznych na Dolnym Śląsku. Rozprawa doktorska, praca niepublikowana. Archiwum Politechniki Wrocławskiej.

Kijewski P., Worsa-Kozak M., Kwaśny L. 2018. 50 lat Zakładu Geologii w strukturze KGHM Cuprum. CUPRUM. Czasopismo Naukowo-Techniczne Górnictwa Rud 4(89).

Kotarska I. 2012. Odpady wydobywcze z górnictwa miedzi w Polsce – bilans, stan zagospodarowania i aspekty środowiska. Cuprum 4.

Piestrzyński i in. 2007. Monografia Polskiej Miedzi. Praca zbiorowa.

Szuflicki M., Malon A., Tymiński M. 2023. Bilans Zasobów Złóż Kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2022 r., Państwowa Służba Geologiczna.

Von Weizsäcker E.U., de Larderel J., Hargroves K., Hudson C., Smith M., Rodrigues M. 2014. Decoupling 2: Technologies, opportunities and policy options. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.

Od krajowego kombinatu do spółki globalnej: DRK – pierwsza próba ekspansji

***Stanisław Wołkowicz*[1]**

[1] Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

KGHM jako jeden z największych podmiotów gospodarczych Polski jest symbolem jakości i rozwoju polskiej myśli geologicznej i górniczej. Odkrywanie zakrytych złóż surowców mineralnych, zwłaszcza zlokalizowanych na relatywnie dużych głębokościach, jest procesem długotrwałym, wymagającym stosowania wyrafinowanych technik badawczych. Kalendarium odkrycia złóż miedzi na monoklinie przedsudeckiej przedstawia się następująco:

- **1951** r. – opracowanie przez A. Granicznego założeń profilu sejsmicznego Bolesławiec-Głogów, którego celem było rozpoznanie miedzionośności cechsztynu w kierunku na NE od niecki północnosudeckiej;
- **1952-1953** – realizacja projektu geofizycznego przez PBG, a J. Wyżykowski uzyskiwane wyniki wykorzystuje do przygotowania wizji poszukiwań;
- **1953-1954** – Interpretacja geologiczna pomiarów geofizycznych najpierw przez A. Izakowskiego, a następnie przez A. Kisłowa, J. Wyżykowskiego i J. Zwierzyckiego;
- **1954** – Opracowanie przez J. Wyżykowskiego pierwszego projektu rozpoznania wiertniczego; **1955** – wiercenia Gromadka, Ruszowice i Gaiki z różnych przyczyn nie osiągnęły cechsztynu. Wyżykowski prowadził wiercenia niezgodnie z założeniami projektowymi głębiąc je do 700 m, a nie do planowanej głębokości 400 m;
- **1955** – dobry prognostyk z otworu naftowego Wschowa 1, w którym na gł. 1930 m nawiercono osiarczkowane łupki miedzionośne;
- **23 marca 1957** – w otworze Sieroszowice IG 1 na gł. 655,95–658,7 m nawiercono rudę miedzi o zawartości 1,4% Cu.

Odkrycie złoża stało się faktem! Obecność bogatego okruszcowania potwierdził otwór S-19 w Lubinie; do 1959 wykonano 24 otwory wiertnicze, z których 18 było po-

zytywnych i udokumentowanie 19 339 tys. t Cu na powierzchni 175 km^2 o zawartości 1,42% Cu (Wołkowicz i in. 2017; Oszczepalski 2017). W ciągu zaledwie ośmiu lat odkryto jedno z największych złóż miedzi na świecie. Zasługa zespołu naukowców z PIG w dokonaniu tego odkrycia jest poza dyskusją, więc biorąc pod uwagę następstwo zdarzeń, obecnie działający KGHM Polska Miedź SA istnieje dzięki odkryciu naukowemu pracowników PIG.

Już kilka miesięcy po zatwierdzeniu pierwszej dokumentacji geologicznej, 1 stycznia 1960 r. utworzone zostało przedsiębiorstwo Zakłady Górnicze Lubin w budowie, które decyzją Ministra Przemysłu Ciężkiego z 1 maja 1961 r. zostało przekształcone w Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi w Lubinie w budowie (Siewierski i in. 1996). Nowy podmiot gospodarczy obejmował powoli wszystkie dziedziny życia: finansował i budował elektrociepłownie, wodociągi, drogi, dworce autobusowe, placówki ochrony zdrowia, szkoły domy dziecka. Ówczesny KGHM był właścicielem 14 dużych ośrodków wczasowo-wypoczynkowych, w których mogło odpoczywać 15 tysięcy osób, a 9 tysięcy dzieci przebywać na koloniach. W końcu lat 80. ubiegłego wieku zdolności produkcyjne Kombinatu osiągnęły wartość 29 mln Mg rudy i 385 Mg miedzi elektrolitycznej. Załoga Kombinatu grupującego 20 zakładów liczyła 41 tysięcy pracowników (Siewierski i in. 1996). Było to klasyczne przedsiębiorstwo z minionej epoki społeczno-gospodarczej, które mogło funkcjonować samodzielnie nieomal w pełnej izolacji od świata zewnętrznego. Dowodzi tego lektura znakomitego dzieła *Monografia KGHM Polska Miedź SA* (red. Piestrzyński i in. 1996), w której dopiero na 1198 stronie (z 1220), w części VII (ostatniej) *Perspektywy rozwoju KGHM Polska Miedź SA*, której redaktorami są E. Hadryś i S. Speczik, w rozdziale *Polska Miedź po roku 2000*, wśród podstawowych celów strategicznych działalności koncernu na czwartym miejscu wymieniono: „uruchomienie programu robót poszukiwawczych i programu zakupu koncesji na eksploatację kopalin w kraju i za granicą w celu zapewnienia własnej bazy surowcowej" (Cieszkowski i Siewierski 1996). Na ostatniej stronie tej monografii w podrozdziale *Perspektywy trwałości i rozwoju KGHM Polska Miedź SA* autorstwa trójki ówczesnych pracowników PIG: S. Speczika, A. Dziedzic i A. Rydzewskiego (1996) znajduje się zapis, który powinien być jako memento dla prezesów spółek surowcowych: „Brać pod uwagę możliwość zakupu koncesji i udziałów na obszary złożowe zagraniczne. Jednak tego typu działania powinno poprzedzać doskonałe, rozważne rozpoznanie, gdyż atrakcyjnych, o niskim ryzyku inwestycyjnym i dostatecznie zbadanych złóż jest coraz mniej nie tylko w Europie, ale nawet na świecie".

Praktyczna weryfikacja tego zapisu nastąpiła już w roku ukazania się Monografii KGHM. W maju 1996 r. Prezes Zarządu KGHM powołał zespół, którego celem była analiza i ocena projektu Restrukturyzacji *Zespołu Przemysłowego SODIMIZA*, który został złożony w formie oferty przez spółkę GECAMINES, która była firmą państwową z siedzibą w Lubumbashi, zarządzającą wszystkimi zakładami górniczymi, przeróbczymi i hutami w Prowincji Shaba. Projekt ten zapewne był traktowany priorytetowo, bo już w okresie od 7 lipca do 7 sierpnia 1996 r. przeprowadzona została misja geologiczno-programowa „SIMBA" na terenie Prowincji Shaba w Demokratycznej Republice Kongo.

Uczestnikami tej misji byli przedstawiciele PIG doc. dr Stanisław Przeniosło (kierownik misji) i dr Sławomir Oszczepalski, mgr inż. Bohdan Rudowski CUPRUM) i mgr inż. Wiesław Laska (IGO POLTEGOR). Zespół ten w bardzo krótkim okresie wykonał ogromną pracę: zapoznał się z szeregiem kopalni odkrywkowych i głębinowych, dokonał przeglądu i weryfikacji danych geologicznych, z weryfikacją terenową włącznie (opróbowanie uzupełniające i przygotowanie próbek do prac analitycznych w Polsce) licznych dokumentacji geologiczno-złożowych wraz z oceną ich wiarygodności. Oprócz informacji czysto geologicznych zespół ten przeanalizował również wszystkie istotne uwarunkowania ważne z punktu widzenia możliwości realizacji inwestycji w tym specyficznym obszarze geograficzno-politycznym, takie jak dostępna infrastruktura (drogi, komunikacja i telekomunikacja, zaopatrzenie w wodę, dostępność hoteli), rynek pracy, nastawienie miejscowych władz i ludności do inwestycji i przybyszów, klimat, warunki zdrowotne, możliwość zaopatrzenia w podstawowe produkty (Przeniosło i in. 1996; materiały archiwalne). Trudno nie podkreślić doświadczenia w pracy w takich obszarach szefa zespołu – Stanisława Przeniosły, który wcześniej spędził prawie 10 lat na misjach UNDP w nieodległym Gabonie i na Haiti.

Pod względem potencjału surowcowego wybór przez KGHM Prowincji Shaba/Katangi na miejsce inwestycji wydaje się właściwy. W szerszym ujęciu geograficznym środkowoafrykański pas miedzionośny *Copperbelt* znajduje się w obrębie lufiliańskiego łuku fałdowego, powstałego wskutek nasunięcia utworów proterozoicznych w kierunku północnym w trakcie orogenezy pan-afrykańskiej w fazie formowania się superkontynentu Gondwany ma długość około 500–600 km i szerokość około 50 km. Rozciąga się od wschodniej Angoli, ale główna jego część znajduje się na pograniczu Demokratycznej Republiki Konga (Prowincja Katanga) i Zambii (Prowincja *Copperbelt*). Złoża miedzi, zazwyczaj z kobaltem, tego regionu metalogenicznego zaliczane są do stratyfikowanych złóż osadowych. Związane są ze skałami drobnoklastycznymi i węglanowymi formacji (grupy) Roan, zalegającymi na granitoidach Nchanga, a przykrywają je skały klastyczne, w tym glacjalne formacji (grupy) Kundelungu. Szacuje się, że zasoby miedzi znajdujące się w środkowoafrykańskim pasie miedziowym mogą stanowić 15–20% światowych zasobów tego metalu.

Pod względem polityczno-geograficznym wybór DRK na miejsce inwestycji nie był zbyt udany. Rok wejścia do tego państwa przez KGHM był szczególnie niekorzystny. Był to czas nasilenia się walk wewnętrznych pomiędzy Prezydentem Mobutu Sese Seko a zwolennikami Laurentego Kabili. Szczególnie dotkliwie odczuły to wschodnie prowincje Konga, które dodatkowo były grabione przez armię rwandyjską. Niepokoje społeczne w sposób niezwykle wyraźny odbiły się na skali wydobycia miedzi w DRK, wówczas noszącej nazwę Zair. O ile w latach 1970-1989 produkcja miedzi była dość stabilna i wynosiła około 0,5 mln Mg na rok, to w okresie późniejszym zaczęła systematycznie spadać, a w latach 1993–1995 spadła dramatycznie do poziomu około 30–40 tys. Mg/rok. Nie-

wątpliwie to było przyczyną dość rozpaczliwego poszukiwania strategicznego inwestora przez kongijską państwową spółkę GECAMINES. We wnioskach końcowych i zaleceniach autorzy raportu z przeprowadzonej misji w Zairze wyraźnie systematyzują kolejność obiektów, które mogą być przedmiotem zainteresowania KGHM: w pierwszej kolejności złoże Kimpe, a w dalszej Kananga, Mutoshi i kopalnia Kinsenda. Dalsze typowanie złóż na ówczesnym etapie rozpoznania uznali za bezzasadne, ale podkreślili konieczność dobrej współpracy ze służbami geologicznymi firmy GECAMINES. Zwrócili również uwagę na to, że złoża Cu-Co Zairu są bardzo interesujące, ale znajdują się w kraju o dużym stopniu ryzyka inwestycyjnego ze względów politycznych oraz na słabą infrastrukturę. W związku z tym zasugerowali, że strategia postępowania KGHM powinna opierać się na inwestowaniu w górnictwo odkrywkowe rud Cu-Co niewymagające wielkich nakładów finansowych, prowadzeniu rozpoznania geologicznego przez miejscowych geologów pod polskim kierownictwem z zastosowaniem nowoczesnych technik takich jak analiza zdjęć satelitarnych i modelowanie komputerowe. Przy charakterystyce innych uwarunkowań autorzy raportu wskazują jeszcze inne niedogodności wynikające z lokalizacji geograficznej: potencjalny transport koncentratów drogą kolejową mógłby odbywać się do Durbanu (RPA) – 3500 km lub do Dar es Salam (Tanzania) – 2500 km. Analogiczne wnioski i rekomendacje zostały sformułowane w opracowaniu H. Wirtha (1998; materiały archiwalne) dla rejonu Kolwezi.

Alternatywnym rozwiązaniem do ulokowania inwestycji w Afryce w tym samym okresie był zakup złoża (czynna kopalnia) i huty w sąsiedniej Zambii. KGHM prawdopodobnie był wstępnie zainteresowany taką inwestycją, ale ostatecznie dwie duże kopalnie i huty w zambijskim *Copperbelt* wpadły w ręce Chińczyków.

Inwestycja KGHM w DRK, która na dobre rozkręciła się w 1997 r. jest dość jednoznacznie oceniana jako nieudana. Niewątpliwie nie została wykonana zgodnie z rekomendacją z ostatniej strony Monografii KGHM z 1996 roku. Niemniej ten pierwszy krok postawiony przez KGHM poza Polskę dał asumpt do ostrożniejszego, ale dość systematycznego poszukiwania złóż za granicą, czego efektem był zakup kanadyjskiej firmy Quadra z dość zróżnicowanym portfelem złóż zlokalizowanych w różnych częściach świata. Należy pamiętać również o tym, że eksploatacja złóż surowców mineralnych poza granicami jest najlepszą formą ochrony złóż krajowych (Wołkowicz i Kozłowska 2021).

Literatura

Cieszkowski H., Siewierski S. 1996. Polska Miedź po roku 2000. Monografia KGHM Polska Miedź SA (red. Piestrzyński A. i in.), 1197–1203.

Oszczepalski S. 2017. 60-lecie odkrycia złoża miedzi Lubin-Sieroszowice – nowa perspektywa. Przegląd geologiczny 65(5), 312–320.

Siewierski S., Dąbski J., Markiewicz M., Paździora J. 1996. Historia organizacji przedsiębiorstwa KGHM Polska Miedź SA. Monografia KGHM Polska Miedź SA (red. Piestrzyński A. i in.), 37–52.

Speczik S., Dziedzic A., Rydzewski A. 1996. Perspektywy trwałości i rozwoju KGHM Polska Miedź SA. Monografia KGHM Polska Miedź SA (red. Piestrzyński A. i in.), 1204–1220.

Wołkowicz K., Graniczny M., Wołkowicz S., Urban H. 2017. Blaski i cienie sukcesu, czyli o życiu Jana Wyżykowskiego i odkryciu „wielkiej miedzi. Przegląd geologiczny 65(5), 304–311.

Wołkowicz S., Kozłowska O. 2021. Poszukiwanie złóż surowców mineralnych za granicą jako forma ochrony krajowych zasobów złóż: możliwe kierunki ekspansji. XXX Konferencja „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi". Rytro, 3–5 listopada 2021. Zeszyt streszczeń, 114–117.

Materiały archiwalne

Przeniosło S., Oszczepalski S., Laska W., Rudowski B. 1996. Studium możliwości podjęcia inwestycji górniczych w wybranych rejonach występowania złóż miedziowo-kobaltowych w Prowincji Shaba, Republika Zair.

Wirth H. 1998. Ocena zachodniego rejonu koncesji GECAMINES (rejon Kolwezi) pod kątem możliwości odkrycia i udokumentowania nowych złóż miedziowo-kobaltowych.

Rola kryteriów inwestorskich w zagospodarowaniu głębokich złóż rud miedzi

***Krzysztof Zieliński*[1]**

[1] Mozów Copper sp. z o.o.

Udokumentowanie jakiegokolwiek złoża kopaliny w Polsce wymaga zastosowania granicznych wartości parametrów definiujących złoże i jego granice. Wartości te dla różnych typów kopalin określone są w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów* (Dz.U. z 15 lipca 2015, poz. 987). Celem zdefiniowania wartości granicznych jest określenie warunków, których spełnienie umożliwi eksploatację danego złoża w sposób przynoszący korzyść gospodarczą. Naturalnie, spełnienie tych wartości jest warunkiem koniecznym, lecz nie jedynym dla zapewnienia opłacalności wydobycia. Zależy ona bowiem również od użytej technologii, znalezienia odpowiednich rynków zbytu dla wydobytego surowca, przyjęcia odpowiedniego planu biznesowego w przedsiębiorstwie górniczym itd.

Wyżej wymienione Rozporządzenie określa zasoby spełniające graniczne wartości parametrów definiujących złoże i jego granice jako bilansowe, natomiast te, które ich nie spełniają, jako pozabilansowe. Jednakże, nie jest sprecyzowane kryterium rozdziału między zasobami pozabilansowymi a skałą płonną, czyli negatywnym wynikiem poszukiwania złoża kopaliny (Zieliński i Speczik 2023). W przypadku występujących w południowo-zachodniej Polsce stratoidalnych złóż rud miedzi, dla wydzielenia zasobów bilansowych Rozporządzenie sugeruje graniczne wartości przedstawione w Tabeli 1.

Zarazem, paragraf 5 punkt 4 w/w Rozporządzenia podaje, iż można zastosować inne wartości parametrów definiujących złoże kopaliny i jego granice niż te, które określono w treści Rozporządzenia. Możliwość taka ma miejsce „w przypadkach wystąpienia szczególnych warunków geologicznych", a zastosowanie własnych kryteriów „wymaga uzasadnienia w części tekstowej sporządzanej dokumentacji geologicznej złoża kopaliny". Sformułowanie to nie jest do końca precyzyjne i bywa wadliwie interpretowane przez organy

Tabela 1. Graniczne wartości parametrów definiujących złoże i jego granice dla pokładowych stratoidalnych złóż rud miedzi według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r.

Lp.	Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
1.	Maksymalna głębokość spągu złoża	m	1 500
2.	Minimalna zawartość miedzi (Cu) w próbce konturującej złoże	%	0,5
3.	Minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna miedzi (Cu) z uwzględnieniem zawartości srebra (Ag) w profilu złoża wraz z przerostami Cu_e = (%Cu) + 0,01 (g/t Ag)	%	0,5
4	Minimalna zasobność złoża (Cu_e)	kg/m^2	35

administracji geologicznej. W większym stopniu od warunków geologicznych wpływ na możliwość opłacalnej eksploatacji ma bowiem dysponowanie odpowiednią technologią, umożliwiającą ekonomicznie opłacalne wydobycie. Tym samym powinno się w tym miejscu raczej zwrócić uwagę na warunki techniczno-ekonomiczne, a nie geologiczne (Szamałek i Zglinicki 2018; Zieliński 2019).

Tym niemniej, szczególne warunki geologiczne z pewnością obejmują duże głębokości zalegania ciał rudnych, przekraczające podaną w Tabeli 1 wartość 1500 m. Należy tu zaznaczyć, iż wartość ta, sugerowana Rozporządzeniem Ministra Środowiska, jest obecnie złagodzona w stosunku do dawnych kryteriów bilansowości wprowadzanych wcześniejszymi aktami prawnymi, które w przeszłości ustalały maksymalną głębokość zasobów bilansowych na poziomie 1250 m. Zmiana taka wpisuje się w ogólnoświatowy trend sięgania po zasoby położone na coraz większych głębokościach, z jednej strony z uwagi na umożliwiający to postęp technologii górniczych, z drugiej na wyczerpywanie się zasobów zalegających płycej (Zieliński i Speczik 2023). Sytuacja ta ma szczególne zastosowanie do polskich rud miedzi i srebra na monoklinie przedsudeckiej, które oprócz złóż płytszych, spełniających kryteria według Tabeli 1 i obecnie wydobywanych w zagłębiu Lubin-Sieroszowice, obecne są również w obszarach, gdzie występują głębiej, zarazem charakteryzując się wysoką jakością mineralizacji.

Obszary głębokiej mineralizacji Cu-Ag są od ponad 10 lat obiektem działalności poszukiwawczo-rozpoznawczej prowadzonej przez spółki z grupy Miedzi Copper Corp. Wykonywane przez nie prace doprowadziły do udokumentowania w ostatnich latach trzech nowych, głębokich złóż rud miedzi i srebra w Polsce: Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów (Speczik 2019, 2020a, b). Ponieważ wszystkie trzy położone są na głębokościach przekraczających 1500 m, konieczne było przygotowanie własnych granicznych wartości parametrów definiujących złoże i jego granice, zwanych także „kryteriami inwestorskimi", na co zezwala wyżej wymienione Rozporządzenie.

Jako podstawa do ich sformułowania posłużyły opracowania typu *pre-feasibility study* sporządzone specjalnie w tym celu przez firmę RungePincockMinarco (obecnie RPM

Global), światowego eksperta w dziedzinie projektowania głębokich kopalń (Goodell i in. 2017; Bohnet i in. 2017). Przygotowano je z założeniem wdrożenia najnowszych technologii górniczych, umożliwiających dostęp do złóż głębokich, przy planowanej eksploatacji omawianych złóż. Technologie te obejmują podziemną przeróbkę kopaliny i wynoszenie na powierzchnię koncentratu, stosowanie pasty do podsadzania wyrobisk poeksploatacyjnych, zdalnie sterowane maszyny elektryczne i nowoczesne metody klimatyzacji z użyciem lodu (Speczik i in. 2020).

Wspomniane opracowania typu *pre-feasibility study* wykazały, że z ekonomicznego punktu widzenia głębokość złoża ma znaczenie drugorzędne, gdyż koszty wydobycia 1 t rudy z głębokości 2400 m przy jej podziemnej przeróbce wzrosną tylko o 1% w stosunku do głębokości 1900 m. Szczegółowo, w przypadku eksploatacji na głębokości około 1900 m koszty wydobycia wyniosą 39,51 USD na tonę rudy przy jej podziemnej przeróbce, natomiast przy głębokości 2400 m będą one wynosić 39,92 USD. Koszty przeróbki podziemnej i transportu na powierzchnię koncentratu wyniosą odpowiednio 8,85 i 8,95 USD za tonę przerobionej rudy dla głębokości 1900 i 2400 m, natomiast łączne koszty operacyjne dla tych dwóch wariantów głębokościowych wyniosą odpowiednio 2670 i 2703 USD/t miedzi. Ku zaskoczeniu inwestora, wykonane równolegle symulacje kosztów operacyjnych dla przeróbki rudy na powierzchni wskazały na wyższy koszt w stosunku do przeróbki podziemnej (Goodell i in. 2017).

Pomimo wspomnianej różnicy wynoszącej tylko 1%, podczas przygotowania kryteriów inwestorskich zdecydowano się na zróżnicowanie wymaganej minimalnej zasobności złoża w zależności od głębokości spągu, co wynika z kosztów klimatyzacji i innych dodatkowych wydatków rosnących wraz z głębokością wydobycia w górnictwie podziemnym (Speczik i in. 2020). Przedstawione powyżej wyliczenia posłużyły jako podstawa do opracowania pierwszej wersji kryteriów inwestorskich, wykorzystanych w dokumentacjach złóż Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów (Speczik 2019, 2020 a, b). Dokumentacje te zostały zatwierdzone przez Ministra Klimatu i Środowiska (wcześniej Ministra Klimatu) po uzyskaniu pozytywnych opinii Komisji Zasobów Kopalin, co oznaczało także przyjęcie kryteriów inwestorskich bez zastrzeżeń.

Ceny miedzi i srebra zmieniają się z biegiem czasu. We wspomnianych opracowaniach *pre-feasibility study* przyjęto stałe w okresie 10 lat ceny miedzi równe 3 USD/funt (6614 USD/t) i ceny srebra równe 20 USD/uncję (643 USD/kg). Te – niezwykle ostrożne – szacunki posłużyły za podstawę do sporządzenia pierwszej wersji kryteriów inwestorskich. Jednakże, w 2022 roku ceny miedzi osiągnęły historycznie rekordowy poziom około 10 000 USD/t, co wiąże się nierozerwalnie z rosnącym znaczeniem tego metalu w dobie zielonej transformacji. Takie zmiany cen surowca skłoniły inwestora do aktualizacji (złagodzenia) swoich kryteriów, których nową wersję zastosowano po raz pierwszy w dodatku nr 1 do dokumentacji złoża Nowa Sól (Speczik 2022). Zmienione kryteria również zostały zaakceptowane przez Komisję Zasobów Kopalin, w wyniku czego Minister Klimatu i Środowiska zatwierdził wspomniany dodatek. Aktualne kryteria inwestorskie dla zasobów bilansowych przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Inwestorskie graniczne wartości parametrów definiujących złoże i jego granice dla pokładowych stratoidalnych złóż rud miedzi o głębokościach spągu przekraczających 1500 m – zasoby bilansowe

Lp.	Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
1.	Maksymalna głębokość spągu złoża	m	2 600
2.	Minimalna zawartość miedzi (Cu) w próbce konturującej złoże	%	0,3
3.	Minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna miedzi (Cu) z uwzględnieniem zawartości srebra (Ag) w profilu złoża wraz z przerostami Cu_e = (% Cu) + 0,01 (g/t Ag)	%	0,5
4.	Minimalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego ≤ 1 900 m	kg/m^2	40
5.	Minimalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego 1 900–2 400 m	kg/m^2	55
6.	Minimalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego 2 400–2 600 m	kg/m^2	100

Jak wspomniano powyżej, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. przedstawia kryteria dla rozdziału między zasobami bilansowymi (spełniającymi graniczne wartości parametrów definiujących złoże i jego granice) i pozabilansowymi (niespełniającymi tych wartości). Nie precyzuje ono jednak granicy między zasobami pozabilansowymi a skałą płonną, co stanowi poniekąd wadę tego rozporządzenia w stosunku do wcześniejszych, nieaktualnych już kryteriów bilansowości, które dla stratoidalnych złóż rud miedzi stosowały również tego typu rozgraniczenie. W tej sytuacji użycie kryteriów inwestorskich ma także drugą funkcję – sprecyzowania uzasadnionej ekonomicznie dolnej granicy zasobów pozabilansowych – parametrów odróżniających ten typ zasobów od negatywnych wyników eksploracji złożowej (Zieliński i Speczik 2023). W związku z powyższym, zastosowane przez spółki z grupy Miedzi Copper Corp. kryteria inwestorskie są „dwuczęściowe". Poza wskazanymi w Tabeli 2 wartościami granicznymi dla zasobów bilansowych (stanowiącymi alternatywę dla wartości według Rozporządzenia), podają one także kryteria dla zasobów pozabilansowych, które nie mają swojego odpowiednika w wartościach granicznych sugerowanych Rozporządzeniem. Aktualne kryteria inwestorskie dla zasobów pozabilansowych stratoidalnych złóż rud miedzi przedstawiono w Tabeli 3.

Co istotne, minimalną zasobność złoża pozabilansowego przyjęto zawsze na poziomie 35 kg/m^2, gdyż wartość ta odpowiada minimalnej zasobności dla zasobów bilansowych, ale położonych płycej (< 1500 m) według Rozporządzenia (Tabela 1). Zasobność maksymalna dla zasobów pozabilansowych jest uzależniona od głębokości spągu i odpowiada zasobności minimalnej dla złoża bilansowego na analogicznych głębokościach (Tabela 2).

Tabela 3. Inwestorskie graniczne wartości parametrów definiujących złoże i jego granice dla pokładowych stratoidalnych złóż rud miedzi o głębokościach spągu przekraczających 1500 m – zasoby pozabilansowe

Lp.	Parametr	Jednostka	Wartość brzeżna
1.	Maksymalna głębokość spągu złoża	m	2 600
2.	Minimalna zawartość miedzi (Cu) w próbce konturującej złoże	%	0,3
3.	Minimalna średnia ważona zawartość ekwiwalentna miedzi (Cu) z uwzględnieniem zawartości srebra (Ag) w profilu złoża wraz z przerostami Cu_e = (% Cu) + 0,01 (g/t Ag)	%	0,5
4.	Minimalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego 1 500–2 600 m	kg/m^2	35
5.	Maksymalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego 1 500–1 900 m	kg/m^2	40
6.	Maksymalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego 1 900–2 400 m	kg/m^2	55
7.	Maksymalna zasobność złoża (Cu_e) dla głębokości spągu interwału rudnego 2 400–2 600 m	kg/m^2	100

Jak wspomniano, od momentu ich ustanowienia kryteria inwestorskie już raz uległy zmianie ze względu na wzrost cen miedzi. Początkowe kryteria zakładały nieco wyższe minimalne zasobności dla złóż bilansowych niż obecne, przedstawione w Tabeli 2. Aktualne kryteria sporządzono w połowie roku 2022, kiedy ceny miedzi wahały się w okolicach historycznie wysokiego poziomu 10 000 USD/t. Od tamtego czasu nastąpił ich krótkotrwały spadek, po którym rozpoczął się trwający obecnie systematyczny wzrost. Według portalu bankier.pl, analitycy banku inwestycyjnego Goldman Sachs zakładają, że średnia cena miedzi w 2024 roku wyniesie około 12 000 USD/t. Prognozy zmian cen miedzi do końca roku 2024 przedstawiono na Figurze 1. Z kolei ceny srebra to obecnie nieco poniżej 25 USD/uncję, jednak w 2024 roku przewiduje się jej wzrost do 30 USD/uncję, na co zwraca uwagę m.in. portal money.pl. W przypadku tego metalu prognozy związane są przede wszystkim z rosnącym zapotrzebowaniem na srebro jako surowiec do stale rosnącej produkcji ogniw fotowoltaicznych, na co zwraca uwagę m.in. Instytut Srebra w swoim corocznym opracowaniu pt. *World Silver Survey* (edycje z lat 2022 i 2023).

Tego typu prognozy cen miedzi i srebra oznaczają, iż stosowanie aktualnych kryteriów inwestorskich opracowanych przez spółki z grupy Miedzi Copper Corp. będzie w dalszym ciągu uzasadnione i mogą być one wykorzystane przy sporządzaniu kolejnych dodatków do dokumentacji złóż głębokich Nowa Sól, Sulmierzyce Północ i Mozów, lub przy ewentualnym dokumentowaniu nowych stratoidalnych złóż rud Cu-Ag w Polsce, na głębokościach przekraczających 1500 m. Jeśli trend wzrostu cen utrzyma się w przyszło-

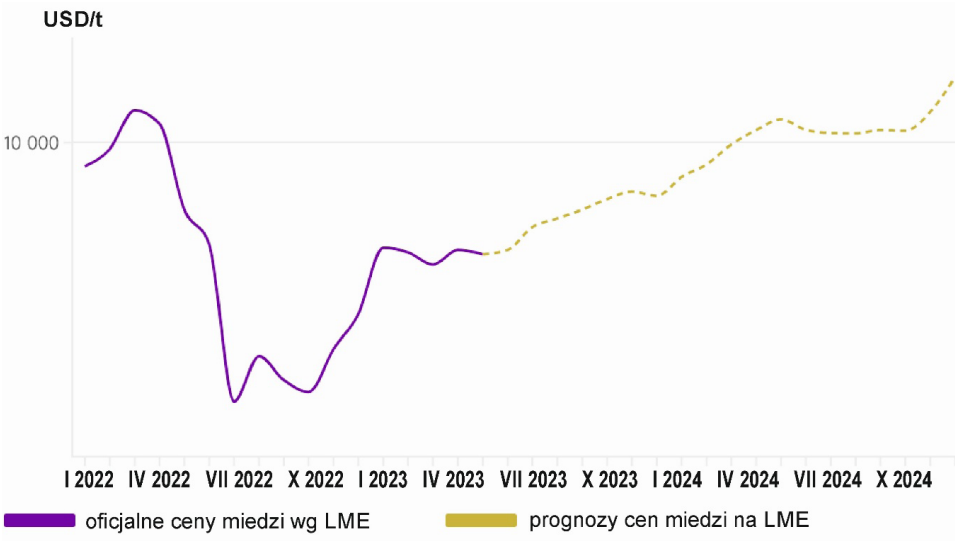


Fig. 1. Dotychczasowe i prognozowane ceny miedzi
na Londyńskiej Giełdzie Metali (LME) według portalu fastmarkets.com

ści, za kilka lat możliwe będzie rozważenie dalszego złagodzenia kryteriów inwestorskich (zmniejszenie wymaganej minimalnej zasobności złoża). Taka zmiana będzie tym bardziej uzasadniona, gdy w ślad za wzrostem cen surowców pójdzie dalszy rozwój technologii wydobycia i przeróbki rudy. Tego typu technologie wciąż powstają i zyskują na popularności, jak na przykład metoda impulsów elektromagnetycznych – po angielsku *pulsed power mineral processing*. Umożliwia ona wstępną obróbkę (kruszenie) materiału skalnego przy dużo mniejszym nakładzie energii, co czyni ją szczególnie odpowiednią dla mineralizacji w formie rozproszonej (Chanturiya i Bunin 2022), a więc takiej, w jakiej występują polskie stratoidalne złoża rud Cu-Ag.

Literatura

Bohnet E., Goodell T., Jorgensen M. 2017. Technical Report on Miedzi Copper's Sulmierzyce Project, Poland. RungePincockMinarco (materiał niepublikowany).

Chanturiya V.A., Bunin I.Z. 2022. Advances in Pulsed Power Mineral Processing Technologies. Minerals 12, DOI: 10.3390/min12091177.

Goodell T., Jorgensen M., Bohnet E. 2017. Technical Report of the Miedzi Copper Project, Poland. RungePincockMinarco (materiał niepublikowany).

[Online] https: //www.bankier.pl/wiadomosc/Goldman-Sachs-prognozuje-ceny-miedzi-w-2023-roku-8487128.html [dostęp: 1.08.2023].

[Online] www.money.pl/gospodarka/coraz-wiecej-polakow-inwestuje-w-srebro-wiadomo-dlaczego-6869318033132160a.html [dostęp: 1.08.2023].

[Online] www.fastmarkets.com/insights/what-is-the-copper-price-forecast-2023 [dostęp: 1.08.2023].
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów (Dz.U. z 15 lipca 2015, poz. 987).
Speczik S. 2019. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi i srebra Nowa Sól. Zielona Góra Copper sp. z o.o., Warszawa.
Speczik S. 2020a. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi i srebra Sulmierzyce Północ. Ostrzeszów Copper sp. z o.o., Warszawa.
Speczik S. 2020b. Dokumentacja geologiczna złoża rud miedzi i srebra Mozów. Mozów Copper sp. z o.o., Warszawa.
Speczik S. 2022. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża rud miedzi i srebra Nowa Sól. Zielona Góra Copper sp. z o.o., Warszawa.
Speczik S., Bieńko T., Pietrzela A., Zieliński K. 2020. Dokumentowanie głębokich złóż miedzi i srebra – kryteria inwestorskie. Górnictwo Odkrywkowe 1, 43–54.
Szamałek K., Zglinicki K. 2018. Analiza krytyczna Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dokumentowania złoża kopaliny. Górnictwo Odkrywkowe 3, 5–9.
Zieliński K. 2019. Dokumentowanie stratoidalnych złóż rud miedzi i srebra – krytyczna analiza przepisów prawnych. [W:] „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi" (red. E. Lewicka). IGSMiE PAN, Kraków, 9–21.
Zieliński K., Speczik S. 2023. Zasoby pozabilansowe złóż rud miedzi i srebra w Polsce – problemy w świetle obowiązujących przepisów prawnych. Górnictwo Odkrywkowe 2, 18–26.
World Silver Survey 2022 (praca zbiorowa). Metals Focus, Londyn. The Silver Institute, Waszyngton.
World Silver Survey 2023 (praca zbiorowa). Metals Focus, Londyn. The Silver Institute, Waszyngton.

ISBN 978-83-67606-17-2