

Legnica, 24-27 maja 2022 r.

## XXII SEMINARIUM

**Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin  
oraz geologicznej obsługi kopalń**





**WYDAWCA**

„Poltegor-Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego  
51-616 Wrocław, ul. Parkowa 25  
tel. 71 348 82 00, 71 348 82 26  
e-mail: poltegor@igo.wroc.pl

**SKŁAD I DRUK**

Ćwiakalska Art Sp. z o.o., [www.cwiakalska.art](http://www.cwiakalska.art)

**ISBN 978-83-60905-14-2**

# Abstrakty

XXII Seminarium  
z cyklu

Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń

na temat

## TRADYCJE I PERSPEKTYWY POSZYKIWIANIA I DOKUMENTOWANIA GEOLOGICZNEGO ZŁÓŻ NA DOLNYM ŚLĄSKU

pod honorowym patronatem

*Ministra Aktywów Państwowych*

*Podsekretarza Stanu Głównego Geologa Kraju  
Pełnomocnika Rządu ds. Polityki Surowcowej Państwa  
W Ministerstwie Klimatu i Środowiska*

Legnica, 24-27 maja 2022 r.

## **XXII Seminarium 2022**

*na temat*

### **TRADYCJE I PERSPEKTYWY POSZYKIWANIA I DOKUMENTOWANIA GEOLOGICZNEGO ZŁOŻ NA DOLNYM ŚLĄSKU**

#### **KOMITET NAUKOWY**

prof. dr hab. inż. Krzysztof Bukowski – AGH Kraków  
mgr inż. Waldemar Kaźmierczak – Geolog Wojewódzki, Wrocław  
dr hab. Henryk Marszałek prof. UWr – Dziekan WNZKŚ UWr  
prof. dr hab. inż. Jacek Matyszkiewicz – Dziekan WGGiOŚ AGH Kraków  
dr hab. Antoni Muszer – Przewodniczący KZK przy Ministrze Klimatu  
i Środowiska  
prof. dr hab. inż. Marek Nieć – AGH Kraków, IGSMiE PAN  
prof. dr hab. inż. Adam Piestrzyński – AGH Kraków  
prof. dr hab. Krzysztof Szamałek – UW Warszawa  
dr hab. inż. Jacek Szczepiński – „Poltegor-Institut” IGO we Wrocławiu

#### **KOMITET ORGANIZACYJNY**

dr Grażyna Ślusarczyk – „Poltegor-Institut” IGO Wrocław  
dr inż. Edyta Sermet – AGH Kraków  
mgr inż. Andrzej Borowicz – „Poltegor-Institut” IGO Wrocław  
dr inż. Jerzy Górecki – AGH Kraków

*Abstrakty opublikowano na prawach rękopisu bez poprawek merytorycznych, stylistycznych i redakcyjnych.*

## Spis treści

Dziadzio Piotr

*Złoża antropogeniczne jako alternatywne źródła surowców niezbędnych dla właściwego funkcjonowania krajowej gospodarki oraz wzmocniona rola służby geologicznej w przedmiocie dokumentowania złóż kopalin* ..... 5

Szamałek Krzysztof, Mazurek Sławomir, Zglinicki Karol

*Polityka państwa w zakresie dokumentowania geologicznego i promocji wykorzystania złóż niezagospodarowanych* 7

Piestrzyński Adam, Zygo Władysław

*Surowce mineralne – strategia i metodyka poszukiwań złóż kopalin* ..... 8

Muszer Antoni

*Potencjał występowania pierwiastków ziem rzadkich w wybranych złożach surowców skalnych na Dolnym Śląsku* .. 11

Mucha Jacek, Wasilewska-Błaszczuk Monika

*Zakres badań statystyczno-geostatystycznych w dokumentowaniu geologicznym złóż* ..... 13

Głuszyński Andrzej, Sroga Cezary, Sieniawska Iwona, Mikulski Stanisław, Ihnatowicz Adam

*Poszukiwanie i dokumentowanie złóż przez Państwowy Instytut Geologiczny-PIB w regionie dolnośląskim – tradycja i perspektywy* ..... 15

Górecki Jerzy, Sermet Edyta

*Antracyt dolnośląski – kopalina zapomniana* ..... 17

Zielińska Amelia, Kania Marcin

*Wstępne wyniki badań odpadów wydobywczych zdeponowanych na wałbrzyskich hałdach* ..... 19

Sokołowski Jakub, Sosnowska Małgorzata

*Wody lecznicze Dolnego Śląska – historia eksploatacji i specyfika dokumentowania zasobów* ..... 20

Jasiński Łukasz, Sieniawska Iwona + zespół

*Multidyscyplinarny program badań geologicznych w Sudetach realizowany w ramach projektu „Atlas geotermalny Sudetów i ich przedpola”* ..... 23

Laban Magdalena, Ciążela Jakub, Marciniak Dariusz, Ciążela Marta, Fitt Maciej, Śliwiński Marek

*Potencjał łupków pirytonośnych w rejonie Wieściszowic jako ziemskiego analogu w poszukiwaniu rud metali na Marsie i Księżycu* ..... 25

Czerw Hubert

*Cyfrowy model geologiczny złoża rud cynku i ołowiu 'Laski 1' jako narzędzie do oceny jego potencjału zasobowego - implikacje dla modelowania zasobów złóż Zn-Pb w regionie śląsko-krakowskim - poster* ..... 27

Maszloch Elżbieta, Wirkus Kamila

*Weryfikacja potencjalnych miejsc odkrywkowej eksploatacji kopalin na podstawie analizy zdjęć satelitarnych i lotniczych - poster* ..... 29

Wojciechowski Andrzej

*Litologia, okruszcowanie i pochodzenie złóż oraz wystąpienia Au i REE w regolitach Miocenu-Pliocenu w rejonie Legnickie Pole-Mikolajowice, Dolny Śląsk, Polska* ..... 31

Muszer Antoni

*Występowanie złota rodzimego i platynowców w złożach okrucowych Dolnego Śląska* ..... 33

Kania Marcin

*Badania złota okrucowego i ich zastosowanie w prospekcji złóż polimetalicznych* ..... 35

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zygo Władysław, Foltyn Krzysztof, Piestrzyński Adam, Pieczonka Jadwiga, Kozub-Budzyń Gabriela                                                                                                                               |    |
| <i>Wykorzystanie dostępnych technik badania minerałów ciężkich do poszukiwania złóż surowców metalicznych na przykładzie Pasa Starej Kamienicy, Dolny Śląsk, Polska.</i>                                                    | 36 |
| Zieliński Krzysztof, Speczik Stanisław, Pietrzela Alicja                                                                                                                                                                    |    |
| <i>Możliwości udokumentowania nowych złóż miedzi w północnym pasie miedziowym (Northern Copper Belt) na monoklinie przedsudeckiej</i>                                                                                       | 38 |
| Kasperczyk Kamila                                                                                                                                                                                                           |    |
| <i>Złoże Maria III-1 i Osiecznica II jako przykłady wykorzystania piaskowców górnokredowych niecki północnosudeckiej</i>                                                                                                    | 40 |
| Rosowiecka Olga, Mazurek Sławomir, Pacanowski Grzegorz                                                                                                                                                                      |    |
| <i>Identyfikacja żył kwarcowych za pomocą wybranych metod geofizycznych na przykładzie jednostki Chelmca</i>                                                                                                                | 41 |
| Broda Kamila, Janczylik Tomasz, Zglinicki Karol                                                                                                                                                                             |    |
| <i>Problematyka eksploatacji kruszyw poniżej spągu udokumentowanego złoża</i>                                                                                                                                               | 43 |
| Jurys Leszek, Maszloch Elżbieta, Uścińowicz Grzegorz, Wirkus Kamila                                                                                                                                                         |    |
| <i>Analiza dokładności szacowania zasobów i średnich parametrów złóż kruszywa na dnie Bałtyku na podstawie danych z dokumentacji Ławica Słupska, Południowa Ławica Środkowa, Zatoka Koszalińska i Zatoka Gdańska I i II</i> | 44 |
| Urbański Paweł                                                                                                                                                                                                              |    |
| <i>Aktualizacja stanu wiedzy o złożach węgla brunatnego dla potrzeb jego wykorzystania</i>                                                                                                                                  | 46 |

# ZŁOŻA ANTROPOGENICZNE JAKO ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA SUROWCÓW NIEZBĘDNYCH DLA WŁAŚCIWEGO FUNKCJONOWANIA KRAJOWEJ GOSPODARKI ORAZ WZMOCNIONA ROLA SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ W PRZEDMIOCIE DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ KOPALIN

Piotr Dziadzio

*Podsekretarz Stanu, Główny Geolog Kraju,*

*Pełnomocnik Rządu ds. Polityki Surowcowej Państwa w Ministerstwie Klimatu i Środowiska*

Jednoznaczne uregulowanie kwestii związanej z dokumentowaniem tzw. złóż antropogenicznych jest jednym z najistotniejszych zagadnień w najbliższym czasie.

W chwili obecnej w polskim systemie prawa nie funkcjonuje ustawowa definicja złóż ani też surowców antropogenicznych. Brak normatywnego ujęcia sprawia, że powstające w ramach bieżącej działalności wydobywczej i przetwórczej oraz zgromadzone w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych substancje mineralne o właściwościach zbliżonych do surowców uznawane są za odpady i podlegają reżimowi ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych.

Zatem problematyka złóż oraz surowców antropogenicznych pod względem formalno-prawnym musi się znaleźć w obszarze przepisów prawa geologicznego i górniczego oraz przepisów regulujących gospodarkę odpadami wydobywczymi, zachowując przy tym zgodność z prawem Unii Europejskiej.

Jednak dopiero ujęcie w ustawie obowiązków w zakresie poddawania w pierwszej kolejności powstających odpadów procesom odzysku sprawia, że zarówno dotychczasowy brak właściwych reżimów prawnych, jak również stosowana w latach wcześniejszych technologia wydobycia oraz przeróbki wydobywanych kopalin miały wpływ na to, iż do obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych kierowano odpady zawierające w swoim składzie wysoki udział wartościowych frakcji, które mogą w chwili obecnej stanowić dodatkowe źródło surowców mineralnych.

Produkty powstające w ramach bieżącej działalności wydobywczej i przeróbczej oraz unieszkodliwiane w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych definiowane obecnie jako odpady, mogą stanowić źródło wielu cennych surowców, których potencjał jako surowców antropogenicznych nie jest w chwili obecnej w pełni wykorzystywany.

Zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego najwięcej odpadów przemysłowych powstaje w branży górniczej i wydobywczej, jak również przetwórczej, a skala ilości wytworzonych odpadów odniesiona do ilości odpadów poddanych odzyskowi wskazuje, iż istnieje jeszcze spory potencjał do działań i poprawy w tym zakresie.

Kwestia złóż i surowców antropogenicznych jest jednym z obszarów przyjętej przez Radę Ministrów Polityki surowcowej państwa. Zarówno ujęcie normatywne złóż i surowców antropogenicznych w ustawie jak również bezpośrednie działania w zakresie inwentaryzacji hałd pogórnich stawiają element wdrażanej polityki surowcowej państwa. Działania w tym obszarze zostały już zainicjowane przez państwową służbę geologiczną i prowadzone są systematycznie w poszczególnych obszarach kraju. Osiągniętym w chwili obecnej efektem działań jest utworzenie geobazy „Hałdy”, która klasyfikuje zinwentaryzowane obiekty w aspekcie możliwości ich wykorzystania. Kluczowym działaniem będzie rozszerzanie danych zawartych w geobazie „Hałdy” o kolejne obiekty położone na terenie całego kraju dążąc ostatecznie do bilansowego ujęcia wszystkich zgromadzonych surowców w złożach antropogenicznych ze wskazaniem możliwości ich wykorzystania.

Niezwykle istotną kwestią, która również stanowi element Polityki surowcowej państwa jest intensyfikacja działań w zakresie rozpoznania budowy geologicznej kraju prowadzona bezpośrednio przy udziale państwowej służby geologicznej. Z tego też względu przygotowany został *Pięcioletni plan dokumentowania przez Państwową Służbę Geologiczną obszarów prognostycznych w kategorii D, kopalin służących do pozyskiwania surowców kluczowych dla gospodarki*. Na podstawie tego opracowania już w chwili obecnej państwowa służba geologiczna prowadzi działania mające na celu dokumentowanie najważniejszych złóż surowców.

Działania polegające na dokumentowaniu złóż kopalin stałych w kategorii D przez państwową służbę geologiczną z jednej strony pozwolą na ich bieżące wprowadzanie do dokumentów planistycznych, dając możliwość ich ochrony przed zabudową, z drugiej natomiast stanowić będzie to zachętę dla sektora wydobywczego do podnoszenia kategorii rozpoznania, prowadząc docelowo do wydobywania kopalin. Ponadto działania takie wpłyną na pozyskiwanie nowej informacji geologicznej.

Ważnym działaniem, nad którym rozpoczynamy pracę jest także dostosowanie wymogów prawa geologicznego i górniczego (i aktów wykonawczych ustawy) do aktualnych standardów dokumentowania złóż.

Wymagania dla sporządzania dokumentacji geologicznych, niezmiennie gruntownie od 2015 r. są coraz mniej efektywne. Wymagają one aktualizacji i dostosowania do nowoczesnych, cyfrowych metod dokumentowania i szacowania zasobów złóż, aby sprostać wyzwaniom zglobalizowanej gospodarki wolnorynkowej. Zmiana ta będzie miała wpływ na zwiększenie dokładności szacowania zasobów, a co za tym idzie na lepsze rozpoznanie bazy zasobowej kraju i umożliwi zwiększenie efektywności zarządzania tą bazą.

Dostrzega się przy tym także konieczność wzmocnienia roli państwowej służby geologicznej, jako jednostki wspierającej działanie organu koncesyjnego w procesie zatwierdzania dokumentacji geologicznych złóż kopalin objętych własnością górniczą, a także jako jednostki gromadzącej dane oraz dysponującej wiedzą dotyczącą stanu zasobów i zaawansowania prac geologicznych zmierzających do odkrycia i rozpoznania złóż.



## POLITYKA PAŃSTWA W ZAKRESIE DOKUMENTOWANIA GEOLOGICZNEGO I PROMOCJI WYKORZYSTANIA ZŁÓŻ NIEZAGOSPODAROWANYCH

Krzysztof Szamałek<sup>1</sup>

Sławomir Mazurek<sup>2</sup>

Karol Zglinicki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Uniwersytet Warszawski*

<sup>2</sup>*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

Agresja Rosji wobec Ukrainy ponownie uzmysławia znaczenie i rolę surowców mineralnych w polityce państw. Działania militarne zakłócające łańcuch dostaw surowców wywołują globalny niepokój na rynkach surowcowych, powodując wzrost cen surowców na międzynarodowych rynkach i wahania kursów walut rozliczeniowych w obrocie surowcowym. Bieżąca sytuacja polityczno-militarna wymusza prowadzenie dodatkowych analiz o własnej bazie surowcowej znajdującej się w złożach krajowych i możliwościach jej wykorzystania. Choćby częściowe zamykanie się rynku surowcowego prowadzi do konieczności uwzględnienia działania gospodarki krajowej w warunkach ograniczonej autarkii surowcowej. Tym większą rolę należy obecnie przypisać prowadzeniu właściwej polityki surowcowej państwa. W ramach tej polityki należy rozważyć wprowadzenie instrumentów zachęcających inwestorów do podejmowania działań na rzecz zagospodarowania udokumentowanych zasobów złóż kopalin.

"Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2022".

## SUROWCE MINERALNE – STRATEGIA I METODYKA POSZUKIWAŃ ZŁÓŻ KOPALIN

Adam Piestrzyński

Władysław Zygo

*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

Rozwój cywilizacji uzależniony jest od surowców mineralnych i umiejętności ich wykorzystania. Trzeba to sobie wreszcie uzmysłwić. Definicja cywilizacji w Encyklopedii PWN z ubiegłego wieku wyraźnie to precyzuje: „Poziom rozwoju osiągnięty przez społeczeństwo w danej epoce historycznej ze szczególnym uwzględnieniem poziomu kultury materialnej (przede wszystkim wiedzy ścisłej i techniki), będącej wskaźnikiem opanowania przez ludzi sił przyrody i wykorzystania jej bogactw naturalnych na swoje potrzeby”. Poruszyło mnie przemówienie Pana Premiera Morawieckiego, w którym zapowiedział sprowadzenie węgla m.in. z Australii, Kolumbii i Afryki Południowej w zamian za import z Rosji. Obecna sytuacja polityczna obnażyła brak strategii nie tylko naszego Kraju, ale także całej Europy. Strategię surowcową, czyli byt danego kraju, planuje się, na co najmniej 20 lat do przodu. W taki sposób sporządzane były plany w ramach RWPG. Nazwa „surowce strategiczne” została obecnie zamieniona na „pierwiastki i surowce krytyczne”. Zmarnowanych zostało dwadzieścia lat i społeczeństwo nie uzyskało żadnej wiążącej informacji na temat strategii rozwoju Państwa, którego częścią powinna być polityka surowcowa. Strategia Państwa powinna polegać na kompetencji instytucji odpowiedzialnych za prowadzenie właściwej polityki surowcowej i związanej z tym budowanej strategii. Trzeba się zastanowić nad „skokiem” chińskim, w jaki sposób tego dokonano? Mówi się szeroko o tzw. neokolonializmie (np. Prezydent Tramp). Chiny w 21 wieku zainwestowały w kraje afrykańskie około 400 miliardów USD, przy czym nie wszystkie inwestycje są czytelne. Znaczna część tych inwestycji jest w sektorze surowcowym. Podobnie wyglądają ich inwestycje w pozostałej części Świata, która jest zadłużona w Chinach na około 1500 miliardów USD. Dzisiaj wiemy już, szkoda, że tak późno, że toczy się globalna wojna o surowce. W latach transformacji politycznej zapomniano, że Polska nie posiada firm eksploatujących surowce poza swoimi granicami. Tona węgla na polskim rynku zdrożała przez ostatni rok o 100%. Według różnych szacunków Polska wykazuje zasoby węgla na poziomie 40 miliardów ton. Gdzie tu logika, gdzie tu sens. W naszej TV można było usłyszeć, że przecież surowce można kupić. Wojna z Ukrainą daje wiele do myślenia, pojawia się też wiele pytań typu – dlaczego? Ukraina ma największe w Europie złoża tytanu (10

udokumentowanych złóż okruchowych obszaru irszańskiego i co najmniej dwa pierwotne, Fiodorowskie i Stremigorodzkie), grafitu (Zawalije, Burtyńskie + 3 inne), manganu obszaru nikopskiego, monacytu i cyrkonu (Tarasowka, Małyszewskie), berylu (Perga), uranu i zeolitów (Sokirnickie), ma też drugie, co do wielkości, na Świecie złoża żelaza. To jest drugie dno tej wojny.

Inne podejście do strategii inwestycji prezentują firmy rozwijające swoją działalność na rynkach światowych. Decydującymi elementami są tutaj analiza rynkowa, specjalizacja, rozmiar firmy, wybór miejsca inwestycji (poszukiwań), polityka fiskalna kraju, w którym lokowana jest inwestycja, czyli tzw. zaradność rządu, czynniki geograficzne, zagospodarowanie (w tym klasa pracująca, koszt energii i jej dostępność), selekcja własnych możliwości, własne zaplecze i czynniki geologiczne.



Profil złoża Ti w Irszańsku (wysokość profilu 11 m), (fot. 2019)

Na temat metodyki poszukiwań, geolog australijski Anon Romu w 1978 roku wygłosił znamienne słowa “Prospecting is like looking for a needle in a haystack, but without any guarantee that the needle is there, or that it is worth finding”. Wiele firm, które posiadają swoje własne, wypróbowane metody poszukiwań, nie publikują technicznych informacji, po prostu nie są one na sprzedaż. Pozostaje tylko jeden wniosek, trzeba rozwijać własne metody i budować własną strategię. Jeśli chodzi o surowce metaliczne, Polska nie posiada klasycznych firm zajmujących się poszukiwaniami. Zakłady R1 w Kowarach zostały zlikwidowane na początku lat 70-dziesiątych, a przedsiębiorstwa geologiczne 20 lat później.

Poszukiwania na Dolnym Śląsku, zakończono praktycznie po udostępnieniu złóż rud miedzi. Pewne systematyczne prace prowadzone były jedynie w obszarze Gierczyna – Przeczniczy, Starej Góry, Mikołajowic i Niecki Północno-sudeckiej. Ciekawym obszarem jest niewątpliwie

północna osłona granitu karkonoskiego. Odznacza się ona obecnością szczególnego rodzaju okruszczenia, charakteryzującego się występowaniem minerałów U, Th i REE. Występuje tu złóże uranu i toru opisywane przez Bareję i in. (1982), w którym obecny jest thoryt. Kaczmarek (1959) dokumentuje inne, nieekonomiczne złóże uranu. W tej samej serii hornfelsów budujących północną osłonę granitu Karkonoszy, obecne są siarczki oraz minerały zawierające pierwiastki ziem rzadkich. Wszystkie te wystąpienia mineralne nie roszą nadziei na udokumentowanie nowych złóż, dotyczy to również przejawów występowania złota.

## POTENCJAŁ WYSTĘPOWANIA PIERWIASTKÓW ZIEM RZADKICH W WYBRANYCH ZŁOŻACH SUROWCÓW SKALNYCH NA DOLNYM ŚLĄSKU

Antoni Muszer

*Uniwersytet Wrocławski*

*Przewodniczący KZK przy Ministerstwie Klimatu i Środowiska*

W złożach okruchowych (piaszczysto-żwirowych), występujących dość licznie na Dolnym Śląsku (Proszkowice, Wójcice, Kraszowice, Rakowice, Pilce), znajdują się znaczne ilości minerałów z grupy tzw. ciężkich (heavy minerals). Umownie do tej grupy zalicza się minerały ciężkie z grupy „lekkich (light heavy minerals)”, tj. ilmenit, rutil, cyrkon, monacyt, ksenotym i granaty oraz minerały z grupy ciężkich (heavy heavy minerals), tj. złoto rodzime, minerały z grupy PGE, kasyteryt, wolframit i kolumbit. Wszystkie wyżej wymienione minerały ciężkie należą do substancji bardzo odpornych na czynniki chemiczne i fizyczne, działające w środowiskach lądowych aluwialnych, aluwialno-glacialnych i innych. Skład minerałów ciężkich w złożach okruchowych Dolnego Śląska, z obydwu wymienionych grup, w dużej mierze zależy od procesów jakim podlegały skały macierzyste przed powstaniem osadu oraz od procesów wtórnych zachodzących po ich uformowaniu.

W przypadku złóż piaszczysto-żwirowych występujących na Dolnym Śląsku, każde ze złóż ma swoją historię powstania, ale ich skład jest bardzo podobny. Główną masę żwirową stanowią okruchy skał macierzystych, pochodzących z erodowanych na południu skał magmowo-metamorficzno-osadowych oraz licznie występujących żył pneumatolityczno-hydrotermalnych. Lokalnie w dolinach rzecznych pojawia się materiał skał skandynawskich, jednakże jego ilość nawet w szerokiej Dolinie Bobru czy też Bystrzycy stanowi tylko dodatek do frakcji żwirowej. We frakcji piaszczysto-mułowcowej (>2 mm) dominują ziarna kwarcu i okruchy wyżej wymienionych skał lokalnych, znajdujących się w badanych dorzeczach rzek.

Wieloletnie badania frakcji odpadowych pochodzących z ciągów technologicznych kopalń żwirowo-piaszczystych na Dolnym Śląsku, przeprowadzone za pomocą stołu koncentracyjnego typu Wilfley, wykazały, że minerały ciężkie, w tym minerały zawierające pierwiastki ziem rzadkich, gromadzą się we frakcji poniżej 0,5 mm. Ich główna ilość kumuluje się we frakcji poniżej 0,250 mm i wraz ze spadkiem wielkości ziarna, zawartość głównych nośników pierwiastków ziem rzadkich, tj. monacytu, cyrkonu i ksenotymu nie zmienia się. Zawartość frakcji ciężkiej w osadach w klasie ziarnowej poniżej 0,5 mm waha

się od 0,45 do 4,84 % obj., natomiast zawartość minerałów zawierających pierwiastki ziem rzadkich we frakcji ciężkiej pochodzących z badanych kopalń waha się od 0,15 do maksymalnie 1,75% obj. Największe i najmniejsze zawartości lantanowców stwierdzono w dolinie rzeki Nysa Kłodzka, tj. w kopalniach Wójcice (1,75 % obj.) i Pilce (0,15% obj.). Ten zaskakujący wynik świadczy o bardzo dużej zmienności głównego składnika pierwiastków ziem rzadkich, tj. monacytu w badanych złożach w tej samej dolinie rzecznej.

Jako przypuszczalny potencjał występowania pierwiastków ziem rzadkich w wybranych złożach surowców skalnych na Dolnym Śląsku można przyjąć bilans przeprowadzony dla złoża Proszkowice. Wydobyte kopaliny żwirowo-piaszczystej w kopalni „Proszkowice” wynosi ok. 150 tys. Mg/rok. Odpad stanowi ok 10 % nadawy, co oznacza, że zakład przerobczy produkuje 15 tys. Mg odpadu ilasto-mułowcowego. Średnia zawartość minerałów ciężkich wynosi 4,2 % w klasie ziarnowej odpadu poniżej 0,5 mm. Według wcześniejszych badań w klasie ziarnowej powyżej 0,5 mm występują jedynie śladowe ilości minerałów ciężkich. Można więc przyjąć, że ilość frakcji 0,5 – 2,0 mm, nie mającej zastosowania przy odzyskiwaniu minerałów ciężkich wynosi ok. 14 % zawartości w odpadzie. Przy takich założeniach ilość odpadu użytecznego frakcji 0 – 0,5 mm wynosi 12,9 tys. Mg/rok, co daje wartość 0,542 tys. Mg/rok minerałów ciężkich. Uwzględniając procedurę koncentracji odpadów ze względu na monacyt można przypuszczać, że na każde 100 kg frakcji ciężkiej w Proszkowicach znajduje się 1,4 kg REE. Przy niedoborze pierwiastków z grupy REE na rynkach światowych, biorąc pod uwagę powyższe wyliczenia, należy stwierdzić, że minerały zawierające pierwiastki ziem rzadkich lepiej jest odzyskiwać w prosty sposób, niż składować w odpadach lub wrzucać do różnego rodzaju mieszanek betonowych.

## ZAKRES BADAŃ STATYSTYCZNO-GEOSTATYSTYCZNYCH W DOKUMENTOWANIU GEOLOGICZNYM ZŁÓŻ

Jacek Mucha

Monika Wasilewska-Błaszczyk

*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

O konieczności wykonania badań statystycznych lub geostatystycznych w trakcie dokumentowania geologicznego złóż wspomina Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. „W sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny z wyłączeniem złoża węglowodorów”. W części tekstowej dokumentacji geologicznej złoża kopaliny winien się znaleźć m. in. załącznik (4e) obejmujący przedstawienie wykonanych badań statystycznych lub geostatystycznych i ich wyników. Również w popularnym australijskim systemie raportowania zasobów JORC Code rekomenduje się zastosowanie metod statystycznych lub geostatystycznych dla ilościowej oceny względnej dokładności oszacowań zasobów przy założonym poziomie ufności.

Niezbędny zakres badań statystycznych i geostatystycznych w starszych, polskich przepisach, instrukcjach i wytycznych dokumentowania złóż podany jest bardzo ogólnikowo albo w ogóle go brak. Nieco szerzej to zagadnienie ujęto w zasadach dokumentowania złóż kopalin stałych z 2002 r w których postuluje się wykonanie statystycznej charakterystyki jakości kopaliny przez podanie zakresu zmienności parametrów jakościowych, ich wartości średnich i najczęstszych, histogramów oraz wykresów korelacyjnych.

W obecnym czasie wobec powszechnej dostępności komputerów i oprogramowania komputerowego wykonanie podstawowych analiz statystycznych lub geostatystycznych nie sprawia problemu nawet dla ogromnych liczbowo zbiorów danych. Dla ułatwienia pracy dokumentatorów złóż celowe i przydatne wydaje się opracowanie ramowego zakresu badań statystycznych lub geostatystycznych w formie przewodnika metodycznego.

Propozycję takiego zakresu badań traktowaną jako materiał do dalszych dyskusji przedstawiono w referacie. Obejmuje on w pierwszej kolejności zestaw podstawowych procedur statystycznych i geostatystycznych służących do opisu i modelowania zmienności parametrów złożowych wraz z interpretacją znaczenia potencjalnych wyników ich zastosowania. W drugiej kolejności scharakteryzowano możliwości wykorzystania wyników modelowania do rozwiązania niektórych zadań dokumentowania geologicznego złóż a w szczególności do:

- oceny dokładności pomiarów (oznaczeń) parametrów złożowych (wykrywania błędów systematycznych i losowych),
- szacowania zasobów oraz jakości kopaliny i oceny dokładności tych oszacowań,
- kategoryzacji dokładności rozpoznania zasobów,
- analizy zależności regresyjnych między parametrami złożowymi,
- kreślenia map izoliniowych przy zastosowaniu geostatystycznej procedury krigingu.



POSZUKIWANIE I DOKUMENTOWANIE ZŁÓŻ  
PRZEZ PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-PIB  
W REGIONIE DOLNOŚLĄSKIM – TRADYCJA  
I PERSPEKTYWY

Andrzej Głuszyński

Cezary Sroga

Iwona Sieniawska

Stanisław Mikulski

Adam Ihnatowicz

*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie,  
Oddział Dolnośląski*

Jednym z podstawowych zadań Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego jest rozpoznanie budowy geologicznej kraju dla ustalania zasobów złóż kopalin i odnowienia bazy surowcowej. Zadanie to Instytut realizuje od początku swego istnienia (od 1919 r.), a w regionie dolnośląskim od ponad 70-ciu lat, wspólnie z powołanym m.in. do tego celu Oddziałem Dolnośląskim PIG. Efektem intensywnych poszukiwań nowych złóż na Dolnym Śląsku było przede wszystkim odkrycie i udokumentowanie pierwszego złoża rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej (rej. Lubin – Sieroszowice, 1957-59) oraz określenie perspektyw dalszych poszukiwań złóż rud miedzi, związanych z tzw. cechsztyńską serią miedzionośną. Zainicjowany przez PIG program wierceń w otoczeniu lubińskiego złoża, a także na peryklinie Żar i w synklinorium północnosudeckim doprowadził do udokumentowania kolejnych złóż i obszarów perspektywicznych. Obszary dokumentacyjne tzw. Starego Zagłębia były ostatnio weryfikowane m.in. przez geologów z OD PIG we Wrocławiu. Powszechnie znane są prace Instytutu nad formacją trzeciorzędowych węgla brunatnych w Polsce południowo-zachodniej (Turów, Hłowa, Ścinawa, Radomierzyce, Ruja, rej. Legnica), kontynuowane do ubiegłej dekady. Mniej spektakularnym, ale również ważnym było odkrycie złoża barytu z fluorytem w Stanisławowie na Pogórzu Kaczawskim (1956), które zapoczątkowało program poszukiwań tych kopalin w strefach tektonicznych Sudetów (Jedlinka, Głuszyca, Jeżów Sudecki, Kletno, Śnieżnik). Lata 70. i 80. ub. wieku to okres szerokich prac badawczych Instytutu – szereg z nich zakończyło się rozpoznaniem i udokumentowaniem nowych złóż: kaolinów (rej. Świdnicy, Żarowa, Strzelina), rud cyny w Górach i na Pogórzu Izerskim, dolnośląskich kopalni ilastych, potasowych surowców

skaleniowych i kwarcu żyłowego. Bogactwo materiału faktograficznego, zgromadzonego dotychczas w Instytucie umożliwiło określenie nowych perspektyw surowcowych oraz opracowanie szeregu opracowań kartograficznych i baz danych. Są to atlasy surowcowe, seryjna mapa geologiczno-gospodarcza Polski (później geośrodowiskowa) w skali 1:50 000, mapy perspektyw i prognoz rud metali, geobazy: surowce mineralne, hałdy itp., aktualizacja bilansu zasobów perspektywicznych. I chociaż możliwości odkrycia nowych złóż stają się coraz trudniejsze do realizacji, PIG wciąż prowadzi badania naukowe będące podstawą do dalszych poszukiwań i odkryć. W perspektywie kilku najbliższych lat najbardziej istotne wydaje się być kontynuowanie w regionie dolnośląskim poszukiwań złożowych wystąpień rud metali, w tym kopalin o znaczeniu strategicznym, kluczowym i tzw. krytycznych, np. niklu, rud Fe-Ti-V, miedzi i srebra, REE, cyny. Dotychczas rozpoznane takie wystąpienia: np. ziemie rzadkie w Markocicach i Szklarskiej Porębie, cyna w paśmie kamienickim są do wykorzystania w przyszłości, w warunkach lepszego postępu technicznego.

Wciąż aktualne pozostają perspektywy odkrycia złożowych koncentracji złota; zarówno siarczkowego jak i okruczowego, gdyż złotoność różnych formacji metalogenicznych w Sudetach została udokumentowana przez PIG wieloma pracami badawczymi, z wykorzystaniem nowoczesnych technik. Do najbardziej perspektywicznych obszarów należą rejony występowania polimetalicznych złóż siarczkowych w Sudetach (region złotostocki i południowokaczawski, rejon Gór Kaczawskich). W złotonośnych siarczkach współwystępują inne cenne pierwiastki: Mo, Bi, Te, Ag. Istotne są też wstępnie rozpoznane koncentracje złota okruczowego w dolinach sudeckich rzek: Kwisy, Bobru, Kaczawy, a także nagromadzenia antropogeniczne w zakładach eksploatujących kruszywo piaskowo-żwirowe. Współwystępujące ze złotem minerały ciężkie wykryto dzięki badaniom szlichowym, prowadzonym na szeroką skalę od lat 70. XX wieku. Wykryte anomalie geochemiczne wciąż jednak oczekują na weryfikację za pomocą wierceń.

W porównaniu do Sudetów podłoże krystaliczne bloku przedsudeckiego pozostaje słabo rozpoznane pod kątem perspektyw metalogenicznych. W głębszych otworach badawczo-strukturalnych, a także w kamieniołomach notowano liczne przejawy mineralizacji rudnych (Ni, Fe-Ti-V). Tak więc, brak odkryć koncentracji złożowych jest tu najprawdopodobniej wynikiem zbyt słabego stopnia rozpoznania zakrytych części bloku, a nie braku perspektyw złożowych. W ostatnich latach dokonano weryfikacji wyników dawnych prac geofizycznych na bloku przedsudeckim, w aspekcie możliwości rozpoznania licznych anomalii geofizycznych. Wybrane anomalie są obecnie rozpoznawane przez PIG robotami wiertniczymi (Przerzeczyn-Zdrój, rudy niklu), inne są planowane do rozpoznania w najbliższym czasie (Kwieciszów, rudy Fe-Ti-V; Gogołów – rudy Ni). Również w Sudetach PIG-PIB sugeruje wykonanie dalszych robót wiertniczych: za barytem i fluorytem w rejonie Stanisławowa, za złotem w rej. Radomice – Klecza oraz w kilku lokalizacjach dawnego górnictwa polimetalu: Gierczyn, Przecznicza, Chełmiec, Lipa, Jeżów Sudecki.

## ANTRACYT DOLNOŚLĄSKI – KOPALINA ZAPOMNIANA

Jerzy Górecki

Edyta Sermet

*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

Wydobycie węgla kamiennych w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (DZW) zostało zaniechane w końcu XX wieku. Kopalnie postawiono wówczas w stan likwidacji z powodu trwałego braku ich rentowności. Ostatnim epizodem historii eksploatacji w Wałbrzychu była działalność Zakładu Wydobywczego-Przeróbczego Antracytu (ZWPA) w latach 1994-1998.

Złoże antracytu Wałbrzych - Gaj udokumentowano w obrębie depresji śródsudeckiej, w części antyklinorium wałbrzyskiego zwanej synkliną Sobiećcina. Antracyt występuje w 22 pokładach w obrębie:

- formacji z Żaclerza z grupy 301 do 447,
- formacji z Wałbrzycha 660 – 675,

na głębokościach większych niż 600 – 700 metrów. Pokłady zapadają generalnie w kierunku południowym, pod kątem do 30°. Dominującym elementem strukturalnym są uskoki, w przewodzie o „sudeckim” kierunku NW – SE, dzielące złoże na trzy duże bloki eksploatacyjne, rozcięte dodatkowo równoleżnikowym uskokiem inwersyjno-przesuwczym o zrzucie w kierunku południowym, zwanym „nasunięciem Zamkowej Góry”. Miąższość całkowita pokładów antracytu w części złoża udostępnionej wyrobiskami górniczymi wynosi od 0,6 do 4,7 metra, średnio 2,0 m. Przyczynami tak znaczącej antracytyzacji węgla wałbrzyskich były czynniki przebudowy strukturalnej zagłębia, ciśnienie dynamiczne wywołane ruchami górotwórczymi i termiczne oddziaływanie wgłębnych intruzji skał magmowych. W całym złożu udokumentowano ponad 49 mln ton kopaliny, z tego około 60% w pięciu najbardziej zasobnych pokładach.

Wykorzystując istniejącą infrastrukturę powierzchniową i część wyrobisk ZG Chrobry i ZG Victoria, w roku 1994 podjął działalność Zakład Wydobywczego-Przeróbczy Antracytu. Przez cztery lata pozyskiwano antracyt z pokładu 672 w rejonie zachodnim złoża. Plany udostępnienia pokładów 436/437 i 430 w rejonie wschodnim nie zostały zrealizowane ze względu na gorsze niż oczekiwano geologiczno-górnice warunki wydobywania w pokładzie 672 i spadek rentowności przedsięwzięcia. Ze złoża wydobyto łącznie 776 tys. ton antracytu. Wstrzymanie ruchu ZWPA oznaczało całkowite zatrzymanie wydobywania w wałbrzyskiej części DZW.

Perspektywy ponownego zagospodarowania złoża przez nowy zakład górniczy mogą dotyczyć jedynie zwartej, nie udostępnionej do tej pory partii zasobów na południe od nasunięcia Zamkowej Góry. Zasoby w kilku najgrubszych pokładach szacuje się tam na prawie 20 mln ton. O tym, czy antracyt wałbrzyski pozostanie kopalnią zapomnianą, czy też nie, zadecydują techniczne uwarunkowania bezpiecznej eksploatacji i ekonomiczna efektywność inwestycji.

Antracyty są najwyższym ogniwem szeregu węglowego, o zawartości pierwiastka C do 97% i współczynniku średniej refleksyjności powyżej 2%, o zawartości części lotnych poniżej 10%, wysokim cieple spalania około 35 MJ/kg i braku zdolności spiekania.

Według normy ISO/DIS 11760 dzielą się, w zależności od stopnia uwęglenia, na para-, orto- i metaantracyty. W tradycyjnym polskim podziale (PN-82/G-97002) wyróżnia się węgiel antracytowy – typ 41, antracyt – węgiel typu 42 i metaantracyt – typ 43.

Ich głównym kierunkiem zastosowania surowcowego pozostaje energetyka (najwyższa wartość opałowa, ekologiczne paliwo bezdymne, składnik paliw alternatywnych). Z uwagi na wysokie przewodnictwo elektryczne antracyt jest stosowany w produkcji diod, kondensatorów i elektrod. Służy także wytwarzaniu wytrzymałych wkładów skutecznie filtrujących i uzdatniających wodę pitną.

W obrocie handlowym na świecie antracyty osiągają ceny dwu- i trzykrotnie wyższe od cen węgla kamiennych.

"Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2022".

## WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ ODPADÓW WYDOBYWCZYCH ZDEPONOWANYCH NA WAŁBRZYSKICH HAŁDACH

Amelia Zielińska

Marcin Kania

*„Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego we Wrocławiu*

Przemysł węglowy stoi przed wyzwaniami związanymi z zagospodarowaniem geomateriałów odpadowych, powstałych zarówno podczas wydobycia jak i przeróbki węgla. W związku z tym poszukuje się nowych rozwiązań na racjonalne wykorzystanie tego rodzaju odpadów, co wpisuje się w zasady niskoemisyjnej gospodarki o obiegu zamkniętym. Zagadnienia te są przedmiotem międzynarodowego projektu MINRESCUE *"Od odpadów wydobywczych po cenne zasoby: nowe koncepcje gospodarki o obiegu zamkniętym"*. W ramach badań realizowanych na potrzeby projektu pobrano materiał odpadowy z hałd wałbrzyskich i przeprowadzono ich wstępną identyfikację mineralogiczną i petrograficzną. Wykonano także analizę składu chemicznego jakościowo-ilościową metodą fluorescencji rentgenowskiej (EDXRF). Ponadto kruszywo odpadowe poddano działaniu niskich temperatur i soli oraz sprawdzono jego potencjalną reaktywność.

# WODY LECZNICZE DOLNEGO ŚLĄSKA – HISTORIA EKSPLOATACJI I SPECYFIKA DOKUMENTOWANIA ZASOBÓW

Jakub Sokołowski

Małgorzata Sosnowska

*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

Dolny Śląsk, zwłaszcza Sudety, to szczególnie rejon w Polsce pod względem występowania wód leczniczych. Na obszarze o stosunkowo niewielkiej powierzchni obserwuje się bogactwo różnego rodzaju wód leczniczych, często o unikatowych w skali kraju właściwościach fizyczno-chemicznych. Złoża wód leczniczych na Dolnym Śląsku występują w największym nagromadzeniu w Sudetach. Na bloku przedsudeckim i monoklinie przedsudeckiej są one mniej liczne. W Sudetach i na ich przedpolu występują głównie szczawy, wody radonowe i wody termalne o stosunkowo niskiej mineralizacji ogólnej. Na monoklinie przedsudeckiej dominują silniej zmineralizowane wody chlorkowe.

W kształtowaniu warunków hydrogeologicznych Sudetów główną rolę odgrywa znaczne zaangażowanie tektoniczne oraz złożona budowa geologiczna (tzw. budowa mozaikowa), charakteryzująca się obecnością bloków zróżnicowanych pod względem litologii i wykształcenia facjalnego oraz stopnia diagenety utworów skalnych. Poszczególne bloki są zbudowane ze zmetamorfizowanych w różnym stopniu przedpermskich skał wulkaniczno-osadowych i magmowych, na których w nieckach śródsudeckiej i zewnętrznosudeckiej zalegają skały osadowe młodszego paleozoiku i mezozoiku. Tektonika blokowa oraz silnie rozwinięta sieć spękań i nieciągłości odpowiadają także ze zróżnicowany zasięg głębokościowy strefy aktywnego krążenia wód, która lokalnie może dochodzić do głębokości ponad 2000 m. W obrębie spękanego masywu skalnego można wydzielić kilka stref wodonośnych, nie tworzących izolowanych poziomów, lecz wzajemnie połączone, wielostrefowy układ hydrodynamiczny. Obecność rozłamów tektonicznych umożliwia nie tylko głęboką infiltrację i ogrzanie się wód, lecz także migrację juwenilnego dwutlenku węgla ku powierzchni terenu. Napotykając strefy zawodnione gaz ten rozpuszcza się w wodach podziemnych nadając im leczniczego charakteru. Obecność radonu w wodach jest natomiast związana z rozpadem radu obecnego w skałach krystalicznych.

Stosowanie wód podziemnych do celów leczniczych na Dolnym Śląsku znane było już w średniowieczu. Pierwsze wzmianki o kąpielach w wodach źródłanych pochodzą z XIII w. i

dotyczą Szczawna-Zdroju (1221 r.), Łódka-Zdroju (1241 r.) i Cieplic (1281 r.), dzisiejszej dzielnicy uzdrowskiej Jeleniej Góry. Większość wód leczniczych została opisana w XVI w., a w kolejnych dwóch stuleciach, po włączeniu Dolnego Śląska do Prus, obserwowano stały rozwój uzdrowisk. Mniej więcej na XVIII w. przypada również początek butelkowania wód leczniczych na Dolnym Śląsku. Okres intensywnego rozwoju dolnośląskich uzdrowisk przypadł na XIX w. Po zakończeniu II wojny światowej uzdrowiska zostały upaństwowione, czego skutkiem było ich niedofinansowanie. Wiele kurortów nie podniosło się po zmianach geopolitycznych i utraciło swój uzdrowski charakter, a wypływające z tamtejszych źródeł wody uległy demineralizacji lub zanikły. Część źródeł wód leczniczych uległa zniszczeniu w wyniku działalności górniczej.

Obecnie na Dolnym Śląsku, obejmującym swoim zasięgiem Sudety wraz z blokiem przedsudeckim oraz południową część monokliny przedsudeckiej, znajduje się 20 ze 109 złóż wód podziemnych formalnie uznanych za lecznicze. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych wynoszą na omawianym obszarze około 615 m<sup>3</sup>/h, co stanowi 32% krajowych zasobów. Ponad połowa dolnośląskich złóż wód leczniczych występuje w uzdrowiskach w: Czerniawie-Zdroju, Długopolu-Zdroju, Dusznikach-Zdroju, Jedlinie-Zdroju, Jeleniej Górze-Cieplicach, Kudowie-Zdroju, Łódka-Zdroju, Polanicy-Zdroju, Przerzeczynie-Zdroju, Szczawnie-Zdroju i Świeradowie-Zdroju, co stanowi ¼ polskich uzdrowisk dysponujących wodami leczniczymi.

Początki współczesnego dokumentowania wód leczniczych na Dolnym Śląsku przypadają na lata 60. XX w. i są związane z działalnością Przedsiębiorstwa Państwowego „Obsługa Techniczna Uzdrawisk” (późniejszy „Balneoprojekt”). Po okresie intensywnych prac wiertniczych w latach 70. XX w. nastąpiło znaczne spowolnienie działalności poszukiwawczej na omawianym obszarze. Od lat 80. XX w., aż do 2020 r., na Dolnym Śląsku nie odkryto nowych złóż wód leczniczych. Prace dokumentacyjne w głównej mierze były prowadzone w obrębie złóż już udokumentowanych i były związane z wykonywaniem w ich granicach nowych ujęć wód leczniczych, ewentualnie z potrzebą modyfikacji przebiegu granic obszarów górniczych z uwagi na konieczność zwiększenia ochrony zasobów wód leczniczych. W odróżnieniu od dokumentacji z innych rejonów kraju opracowania sudeckie mają często charakter naukowy i odznaczają się eksperckim podejściem do poruszanych zagadnień. Wynika to ze specyficznych warunków hydrogeologicznych panujących na Dolnym Śląsku, przede wszystkim w Sudetach. Do najważniejszych zagadnień, na które należy zwrócić szczególną uwagę podczas dokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych na wspomnianym obszarze, należy zaliczyć:

- hydrodynamikę złóż;
- mieszanie się wód różnych systemów krążenia (anomalie hydrochemiczne);
- występowanie dwutlenku węgla w wodach;
- promieniotwórczość wód;
- specyfikę ujęć wód leczniczych;
- punktowy charakter rozpoznania warunków hydrogeologicznych.

Reasumując, skomplikowane warunki hydrodynamiczne oraz duże zróżnicowanie chemizmu wód leczniczych sprawiają, że przy dokumentowaniu zasobów eksploatacyjnych ujęć każdorazowo należy stosować indywidualne podejście. Mimo iż na omawianym obszarze

nowe ujęcia wód leczniczych są wykonywane stosunkowo rzadko, zachodzi potrzeba oceny i ewentualnie weryfikacji istniejących zasobów, uwzględniając przy tym nowe dane geologiczne, stan techniczny ujęć i reżim eksploatacji. Duża część zasobów eksploatacyjnych została ustalona kilkadziesiąt lat temu i do tej pory, z nielicznymi wyjątkami, nie była weryfikowana. Aktualizacja zasobów byłaby korzystna dla prawidłowej eksploatacji zasobami złóż, zwłaszcza iż dokumentacje archiwalne nie spełniają obecnych standardów i wymagają uzupełnień. Racjonalna gospodarka zasobami wód leczniczych oraz ich ochrona odgrywają więc zasadnicze znaczenie. Zapewnienie odpowiednich właściwości fizyczno-chemicznych wód leczniczych w warunkach presji urbanizacyjnej jest jednym z najważniejszych wyzwań na przyszłość.

"Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2022".



MULTIDYSCYPLINARNY PROGRAM  
BADAŃ GEOLOGICZNYCH W SUDETACH  
REALIZOWANY W RAMACH PROJEKTU  
„ATLAS GEOTERMALNY SUDETÓW I ICH PRZEDPOLA”

Łukasz Jasiński, Iwona Sieniawska, Paweł Aleksandrowski, Janusz Badura,  
Linda Chudzik, Marcin Dąbrowski, Andrzej Głuszyński, Łukasz Jasiński,  
Maciej Kłonowski, Janusz Krawczyk, Rafał Nasiłowski, Jerzy Nawrocki,  
Marcin Olkowicz, Szymon Ostrowski, Magdalena Pańczyk, Bogusław Przybylski,  
Olga Rosowiecka, Łukasz Smajdor, Katarzyna Sobień, Maciej Trzeciak  
*Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie,  
Oddział Dolnośląski*

Obszar Sudetów i bloku przedsudeckiego, pomimo swego najprawdopodobniej znacznego potencjału złożowego i geotermalnego, jest według współczesnych kryteriów wciąż słabo rozpoznany pod względem potencjalnych zasobów podziemnych wód termalnych. Najważniejszą przyczyną tego stanu rzeczy jest zasadniczo odmienna od reszty Polski budowa jego podłoża, w którego głębszych horyzontach dominują nieprzepuszczalne lub słabo przepuszczalne skały krystaliczne, względnie silnie zdiagenezowane i przegrzane podczas karbonu i wczesnego permu skały osadowe. Wskutek tego wody termalne Dolnego Śląska mają w przewadze charakter wód szczelinowych i lokują się zazwyczaj w obrębie stromych i głębokich nieciągłości tektonicznych – uskoków i stref koncentracji spękań. Ponieważ metodyka poszukiwania termalnych wód szczelinowych w skałach krystalicznych oraz określania charakterystyki infiltrowanych przez nie szczelin nie jest jeszcze - tak w Polsce, jak i w innych krajach - wystarczająco rozwinięta i ugruntowana, jednym z istotnych celów realizowanego wyprzedzająco w stosunku do opracowania „Atlasu” tematu „Młode strefy tektoniczne a warunki geotermalne w Sudetach...” było testowanie przydatności w tym zakresie różnych metod geofizycznych i geologicznych w warunkach Dolnego Śląska. Metody wyselekcjonowane w ten sposób jako szczególnie przydatne przy określaniu potencjału geotermalnego są obecnie na większą skalę wykorzystywane do powiększania zbioru danych potrzebnych do opracowania „Atlasu”, a ich charakter często pozwala na wykorzystanie uzyskanych wyników również do wyciągnięcia wniosków dotyczących np. podziemnych wystąpień rud metali i ich potencjału złożowego. Tym samym, realizowane

aktualnie zadanie ma pod względem badawczym charakter niestandardowy i po części eksperymentalny.

W celu dostarczenia możliwie najpełniejszej informacji geologicznej przydatnej do oceny potencjału geotermalnego Sudetów i ich przedpola, zaprojektowano i częściowo już wykonano szeroki zakres badań. Stosunkowo nieliczne archiwalne zdjęcia wybranych obszarów metodami głębokiej sejsmiki refleksyjnej zostały poddane reprocessingowi oraz ponownej interpretacji, dostarczając informacji o wgłębnej sieci uskokowej synklinoriów sudeckich. Znaczną ilość danych o dominujących typach szczelinowości dostarczyło też przeprowadzone w wybranych lokalizacjach szczegółowe kartowanie strukturalne. Wykonano też nowe datowania szeregu wystąpień wulkanitów kenozoicznych. Na szeroką skalę zaprojektowano profilowania powierzchniowe w poprzek tektonicznych stref nieciągłości metodami MT, ERT, SRT, VLF, RS, spośród których najbardziej przydatna do rozpoznania głębokich stref tektonicznych okazała się metoda magnetotelluryczna. Podjęto również decyzję o przeprowadzeniu pomiarów geofizycznych w istniejących oraz aktualnie wykonywanych głębokich otworach wiertniczych. Kluczową rolę w tych badaniach mogą odegrać pomiary skanerem akustycznym, wykonywane m.in. w celu interpretacji struktur typu breakout, informujących o współczesnym polu naprężeń wokółotworowych. Najbardziej perspektywiczne, jednak, z punktu widzenia oceny potencjału geotermalnego obszaru Sudetów wydają się pomiary termicznych parametrów skał oraz modelowanie procesów termalnych w podłożu skalnym.

W referacie przedstawiono stosowaną przy realizacji tematu metodykę oraz zakres wykonywanych badań geologicznych i geofizycznych, podsumowanie wyników uzyskanych na wybranych obszarach a także próbę oceny możliwości szerszego, złożowego zastosowania używanych metod.

POTENCJAŁ ŁUPKÓW PIRYTONOŚNYCH  
W REJONIE WIEŚCISZOWIC  
JAKO ZIEMSKIEGO ANALOGU  
W POSZUKIWANIU RUD METALI NA MARSIE I KSIĘŻYCU

Magdalena Laban

Jakub Ciążela

Dariusz Marciniak

Marta Ciążela

Maciej Fitt

Marek Śliwiński

*Institut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, Oddział we Wrocławiu*

Mars, podobnie jak Ziemia, jest planetą skalistą, bogatą w pierwiastki metaliczne. Siarczki oraz tlenki są głównym źródłem wielu ważnych metali, takich jak Cu, Fe, Co, Ni oraz platynowce. Dokładne rozpoznanie nagromadzeń tych pierwiastków, potrzebnych m.in. do produkcji elektroniki, jest więc kluczowe dla funkcjonowania przyszłych kolonii. Jednak mimo wysyłania coraz bardziej zaawansowanych spektrometrów, między innymi takich jak Mars Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars (CRISM), wykrywanie siarczków oraz tlenków w oparciu o wysokorozdzielczą spektrometrię NIR (near-infrared spectroscopy) nadal znajduje się poza zasięgiem możliwości technicznych. Jest to spowodowane słabą wykrywalnością cech widmowych siarczków i interferencją z minerałami skałotwórczymi. W ramach projektu Europejskiej Agencji Kosmicznej z programu ESA Space Resources (ESA AO/1-10824/21/NL/RA) tworzymy przyrząd MIRORES, którego celem jest bezpośrednio wykrywanie minerałów rudnych. Dzięki zastosowaniu w przyrządzie dalekiej podczerwieni (FIR) wykorzystywane będą cechy widmowe siarczków i tlenków, które jak dotąd nie były eksplorowane na Marsie.

Skuteczność urządzenia zostanie przetestowana w powyrobowym terenie dawnej niemieckiej kopalni pirytu „Hoffnung”, znajdującej się w obrębie złoża łupków pirytonośnych w masywie Rudaw Janowickich. Skały te są częścią zmetamorfizowanego kompleksu osadowo-wulkanicznego wschodniej osłony masywu Karkonoszy i znajdują się w obrębie jednostki izersko-kowarskiej. Wiek skał protolitu wydatowany metodą U-Pb w cyrkonach detrytycznych to około 500 Ma (Oberc-Dziedzic i in., 2009). Dokładny wiek metamorfizmu

tych skał nie jest znany, ale jest on związany z orogenezą waryscyjską na obszarze Masywu Czeskiego.

W ramach pierwszego etapu badań terenowych oszacowano zawartości pirytu w 18 łupkach pirytonośnych. W dwóch obszarach (otoczenie Jeziorka Purpurowego i sztolni Nowe Szczęście) zastosowano serię punktów o odstępach około 15-30 metrów. W każdej lokalizacji pobraliśmy 3 próbki, w których zawartość pirytu oceniały indywidualnie 3 osoby. Celem weryfikacji wyników wykonano też cyfrowe skany trzech próbek i oszacowano zawartość pirytu za pomocą oprogramowania ImageJ.

Wstępne analizy terenowe wykazały, że procentowa zawartość FeS<sub>2</sub> w łupkach waha się od 0.1 do 12.0 vol%. Poszczególne lokalizacje wykazują średnią mineralizację na poziomach 0.6 ±0.5vol%, 0.8±0.5vol%, 0.9±0.5vol%, 2.1±1.3vol%, 2.2±0.4vol%, oraz 5.3±3.7vol%. W przeliczeniu na procent masowy jest to odpowiednio 1.11±0.95wt%, 1.48±0.9wt%, 1.6±0.9wt%, 3.8±2.4wt%, 4.07±0.74wt% oraz 9.8±6.8wt%, zakładając, że gęstość pirytu wynosi 5 g/cm<sup>3</sup>, a średnia gęstość łupków pirytonośnych 2.7 g/cm<sup>3</sup> (Jaworski, 1984). Najwyższa koncentracja pirytu stowarzyszona jest z żyłami kwarcowymi, przy czym piryt występuje zarówno w obrębie samych żył (o grubości 2-3 cm), jak i w ich bezpośrednim sąsiedztwie o promieniu do 10 cm (do około 20 vol%, czyli około 37 wt%). Mniejsze zawartości pirytu występują w pozostałych warstwach łupka. Analizy skanów próbek nr JP11-B, JP11-C, JP11-B (JP = brzeg Jeziorka Purpurowego) wykazały wartości wyższe w stosunku do wyników badań makroskopowych, odpowiednio 2.69vol% (makroskopowo 0.9vol%), 2.58% (makroskopowo 1.2vol%) i 7.20vol% (makroskopowo 2.2vol%) dla próbek JP11-B, JP11-C oraz JP11-B. Wyniki w sposób istotny są niższe od do tych opublikowanych, gdzie maksymalną koncentrację pirytu w łupkach z Wieściszowic oszacowano lokalnie do 60-70%, średnio około 15.5%, a w najmniej wzbogaconych strefach w przedziale 4-5% (Rubinowski, 1987). Podczas przeprowadzonych prac terenowych wartości maksymalne pirytu w łupkach pirytonośnych (12vol%) oraz bezpośrednio w obrębie żył kwarcowych (20vol%) odnosiły się do miejsc o najwyższej zaobserwowanej lokalnie koncentracji pirytu.

Uzyskane wyniki badań terenowych oraz pobranych próbek stanowią dane wejściowe do porównania przyszłych wyników analiz obszaru z użyciem spektrometru MIRORES, a w dalszej perspektywie służyć będą do kalibracji urządzenia oraz oszacowania jego progu detekcji siarczków. Określenie koncentracji pirytu dla całego badanego obszaru pozwoli nam również wybrać optymalny region z największą zawartością siarczków do testów MIRORES. Rezultaty dotychczasowych jak i dalszych, planowanych na kwiecień 2022 roku badań zostaną przedstawione na seminarium.

*Oberc-Dziedzic T., Kryza R., Pin Ch., Mochnacka K., Larionov A. 2009. The Orthogneiss and Schist Complex of the Karkonosze-Izera Massif (Sudetes, SW Poland): U-Pb SHRIMP zircon ages, Nd-isotope systematics and protoliths*

*Jaworski, A., 1984. Studium petrofizyczne Gór Kaczawskich (Sudety zachodnie). Geol. Sudetica 18, 61–79*

*Rubinowski Z. 1987 - Złoże pirytu w Rudkach i Wieściszowicach. [W:] Osika R. (red.) Budowa geologiczna Polski, Tom VI, Złoże surowców mineralnych. Wydaw. Geol., Warszawa*

# CYFROWY MODEL GEOLOGICZNY ZŁOŻA RUD CYNKU I OŁOWIU 'LASKI 1' JAKO NARZĘDZIE DO OCENY JEGO POTENCJAŁU ZASOBOWEGO – IMPLIKACJE DLA MODELOWANIA ZASOBÓW ZŁOŻ ZN-PB W REGIONIE ŚLĄSKO-KRAKOWSKIM

Hubert Czerw

*Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie*

Praktycznie każde złożenie jest unikatowym i nieodnawialnym składnikiem środowiska przyrodniczego, który z jednej strony stanowi źródło niezbędnych surowców dla zaspokojenia potrzeb życiowych społeczeństw, a z drugiej strony niekorzystnie wpływa na elementy tego środowiska. Na dotychczasowe problemy, wynikające z typowej ograniczoności i stopniowego wyczerpywania zasobów, nakładają się nowe problemy związane z dostępnością złóż wynikającą z ograniczeń społecznych i środowiskowych. Dlatego tak ważne jest jak najbardziej optymalne wykorzystanie złóż surowców, w szczególności surowców strategicznych, do których zaliczają się złoża cynku i ołowiu w regionie śląsko-krakowskim. Z końcem roku 2020 zakończyła wydobywanie ostatnia czynna w Polsce kopalnia cynku i ołowiu (kopalnia „Olkusz-Pomorzan”), jednak w regionie śląsko-krakowskim wciąż znajduje się szereg niezagospodarowanych złóż w których znajduje się znacząca ilość metali, szacowana nawet na ok. 3,3 mln ton cynku i 1,2 mln ton ołowiu. Większość niezagospodarowanych złóż, z wyjątkiem złoża „Zawiercie”, nie posiada jednak tak dużych zasobów jak miały dotychczas eksploatowane złoża.

W przypadku złóż dużych o znaczących zasobach, kwestia ilości zasobów nie jest tak istotna jak w przypadku złóż małych lub średnich, gdzie ekonomiczna opłacalność przedsięwzięcia może być trudniejsza do osiągnięcia i często balansuje na granicy. Tak więc, każde ewentualne powiększenie lub pomniejszenie ilości zasobów będzie kluczowe dla oceny złoża. Taka właśnie sytuacja ma miejsce w przypadku złoża „Laski 1”, gdzie udokumentowano 10,76 mln ton rudy Zn-Pb. W porównaniu do dotychczas eksploatowanych złóż cynku i ołowiu w Polsce jest to stosunkowo niewielka ilość zasobów. Aby jak najlepiej ocenić potencjał zasobowy złoża „Laski 1”, wzięto pod uwagę doświadczenia z eksploatowanych w

regionie sąsiednich złóż rud cynku i ołowiu, w których odnotowano znaczące przyrosty zasobów.

Korzystając z rozwiniętych narzędzi informatycznych możliwe jest zobrazowanie złoża przy użyciu odpowiedniego oprogramowania komputerowego. Należy przy tym pamiętać, iż nawet najlepsze narzędzie informatyczne nie zastąpi zrozumienia budowy geologicznej złoża i czynników wpływających na rozmieszczenie mineralizacji rudnej, jednak pozwala na pełnowymiarowe pokazanie wszystkich elementów złoża oraz, co najważniejsze, na dynamiczne zmiany parametrów definiujących złożo.

Wykonany cyfrowy model geologiczny złoża „Laski 1” potwierdza szereg prawidłowości wykształcenia złóż cynkowo-ołowiowych w regionie śląsko-krakowskim, spośród których najważniejsze to prawidłowości litologiczne, stratygraficzne i strukturalno-tektoniczne.

W celu określenia potencjału zasobowego złoża „Laski 1” dokonano modelowania zasobów z wykorzystaniem różnych metod i z wykorzystaniem bazy danych obejmującej pełne opróbowanie z wierceń. Porównanie zasobów złoża „Laski 1” z wykorzystaniem blockmodelu (modelowanie 3D) z modelem wg metody obowiązującej w Polsce (promień autokorelacji) wykazuje pewne różnice w ocenie wielkości, jakości i rozkładu zasobów złoża, wpływając na ocenę jego potencjału zasobowego.

# WERYFIKACJA POTENCJALNYCH MIEJSC ODKRYWKOWEJ EKSPLOATACJI KOPALIN NA PODSTAWIE ANALIZY ZDJĘĆ SATELITARNYCH I LOTNICZYCH

Elżbieta Maszloch

Kamila Wirkus

*Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza*

W XXI wieku zdjęcia satelitarne i lotnicze stały się nieodłączną częścią naszego życia. Ze względu na łatwą dostępność, dobrą jakość oraz możliwość obserwacji zmian w czasie, znalazły szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach. Wykorzystywane są m.in. w meteorologii, rolnictwie, kartografii, czy nawigacji. Podczas prac w zadaniu Państwowej Służby Geologicznej pt. „Monitoring odkrywkowej eksploatacji kopalin”, podstawowym narzędziem służącym do wyznaczania miejsc potencjalnej eksploatacji kopalin była analiza zdjęć satelitarnych dostępnych w programie Google Earth Pro.

W ramach zadania, kontroli terenowej podlegały wyrobiska spełniające następujące kryteria:

- prowadzenie w ciągu ostatnich 5-ciu lat eksploatacji bez koncesji zarówno poza granicami złóż jak i w granicach złóż;
- rażące naruszenie warunków koncesji poprzez przekroczenie granic (zasięgu poziomego) złoża lub obszaru górniczego;
- brak rekultywacji na złożach, na których eksploatacja została zaniechana.

W oparciu o obrazy satelitarne, głównymi przesłankami do zakwalifikowania punktów do kontroli terenowej były:

- brak pokrywy roślinnej na powierzchni gruntu i odsłonięcie kopaliny,
- pojawienie się widocznych skarp wyrobiska,
- powiększenie się obszaru istniejącego wyrobiska.

W przypadku punktów budzących wątpliwość porównywano zdjęcie analizowanego obszaru dostępne w programie Google Earth Pro z modelem cieniowania ISOK dostępnym w serwisie Geoportel ([www.geoportel.gov.pl](http://www.geoportel.gov.pl)).

Analiza zdjęć satelitarnych umożliwia nam wyznaczanie miejsc potencjalnej nielegalnej eksploatacji kopalin oraz śledzenie zmian zachodzących w wyrobiskach na przestrzeni lat. Niestety, narzędzie to nie jest doskonałe. Część zdjęć nie jest wystarczająco czytelna ze względu na niekorzystną porę roku (np. pokrywa śnieżna), czy pogodę (zachmurzenie). W

zależności od wybranego obszaru, różna jest również ilość zdjęć dostępnych w czasie – niektóre miejsca fotografowane są co roku od kilkunastu lat, natomiast dla innych istnieją duże przerwy czasowe między kolejnymi dostępnymi zdjęciami.

Przykłady przedstawione na posterze stanowią porównanie wybranych zdjęć satelitarnych ze stanem faktycznym weryfikowanym podczas wizji terenowych.



# LITOLOGIA, OKRUSZCOWANIE I POCHODZENIE ZŁÓŻ ORAZ WYSTĄPIEŃ AU I REE W REGOLITACH MIOCENU-PLIOCENU W REJONIE LEGNICKIE POLE-MIKOŁAJOWICE, DOLNY ŚLĄSK, POLSKA

Andrzej Wojciechowski

*Sudeckie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o. o. w Legnicy*

Obszar Legnickie Pole-Mikołajowice (LPMA) znajduje się na Wzgórzach Strzegomskich, około 11 km na SE od Legnicy, współrzędne 51° 08' N, 16° 16' E; arkusz mapy geologicznej Wądroże Wielkie 1: 25 000 (25). W 2016 r. firma SKSM Sp. z o. o. rozpoczęła poszukiwania złóż Au na tym obszarze, na którym wcześniej poszukiwano bentonitu i kwarcu dla przemysłu ceramicznego i materiałów ogniotrwałych, pobierając próbki saprolitu i skał macierzystych. W XIV wieku pewna część tego terenu, nazwana "Złotym Lasem", była miejscem "gorączki złota". Profile utworów regolitowych LPMA wykształciły się na bardzo zróżnicowanych skałach macierzystych: w części wschodniej drobno- i gruboziarnistych porfirowych gnejsach biotytowo-muskowitowych i granitognejsach (kadomskiego podłoża kompleksu Wądroża Wielkiego), w części środkowej skałach felzytowych (związanych z późno- i post orogenicznymi intruzjami waryscyjskimi w strefie uskoku Odry ?), w części zachodniej ordowickich blastomylonitycznych łupkach kwarcowo-łyszczykowych i kwarcowo-łyszczykowo-chlorytowych (kaczawskiego łupkowo-zieleńcowego pasma fałdowego) a także skałach asocjacji wulkanicznej należących do kenozoicznego subwulkanicznego koncentryczno-szczelinowego kompleksu nefelinitów Polskiej Góry. W ogólności profile utworów regolitowych LPMA tworzą od dołu ku górze: saprolit skalisty, saprolit grubo- i drobnoziarnisty oraz lokalnie saprolit pstry (z pozostałościami warstwy laterytowej w postaci pisolitów i zbitych odłamków skorupy żelazistej). Żelazista, górna część profilu wietrzeniowego została usunięta a pozostawiona jego część została następnie przykryta koluwium. Żelazisty różnobarwny do białego saprolit jest bogaty w kaolinit (15-35% wag.), jego miąższość zaś wynosi 6-35 m. Zespół minerałów wietrzeniowych obejmuje minerały ilaste, głównie kaolinit (dickit), w mniejszym stopniu haloizyt i illit, gibbsyt oraz tlenki i wodorotlenki Mn i Fe. Saprolit pstry pochodzący ze łupków metamorficznych jest zbudowany głównie z kaolinitu i getytu, saprolit zaś grubo- i drobnoziarnisty składa się głównie z kwarcu i miki (serycytu) z niewielką ilością skaleni. Większość głównych minerałów wskaźnikowych nefelinitów, z wyjątkiem tytanomagnetytu, uległa całkowitemu

zwietrzeniu. Średnia wartość chemicznego wskaźnika wietrzenia (CIA) waha się od 80 do 95. W regolicie pochodzącym z łupków metamorficznych Au koncentruje się w saprolicie skalistym i gruboziarnistym. Średnia zawartość Au w rudzie kaolinitowo-marszaliowej złoża "Mikołajowice" wynosi 0,2 ppm (R=56,2-587,7 ppb (średnia wartość produktywności  $GT=4,59 \text{ g}\cdot\text{m}^2$ ,  $R=2,05-15,77 \text{ g}\cdot\text{m}^2$ ). W rudzie typu saprolitu skalistego złoto występuje w postaci złocin w kwarcu i w postaci submikroskopijnych wydzielen w częściowo utlenionym pirycie. Większość hipergenicznych złocin (o morfologii nieregularnej, płytkowo-plewkowej, dendrytycznej i gąbczastej) w gruboziarnistym saprolicie jest obrośnięta i/lub częściowo zastąpiona tlenkami i wodorotlenkami żelaza. Wielkość ziaren złota waha się od kilku mikrometrów do kilku milimetrów. Całkowita zawartość REE (La do Lu+Y) w saprolicie pochodzącym z nefelinitów, na podstawie analizy 5 próbek miarodajnych, wynosi od 335 ppm do 960 ppm, a Y waha się od 25 ppm do 96 ppm. W zachodniej części LPMA całkowita ilość REE w saprolicie pochodzącym z felzytowej, alkalicznej ? skały, w oparciu o analizę 2 próbek miarodajnych, waha się od 169 ppm do 461 ppm, a Y waha się od 47 ppm do 205 ppm. Mineralizacja Au w regolicie LPMA wydaje się być kontrolowana przez procesy fizyko-chemiczne zachodzące podczas laterytyzacji powodującej rezydualne i hipergeniczne wzbogacenie w złoto. Na obecnym etapie badań geologicznych okruszcowanie REE powinno być zaliczona do złóż typu IAD (ang. regolith-hosted ion-adsorption type deposits), powstałych w wyniku subtropikalnego wietrzenia skał magmowych. Pierwotne źródło mineralizacji Au i REE nie jest znane.

## WYSTĘPOWANIE ZŁOTA RODZIMEGO I PLATYNOWCÓW W ZŁOŻACH OKRUCHOWYCH DOLNEGO ŚLĄSKA

Antoni Muszer

*Uniwersytet Wrocławski*

*Przewodniczący KZK przy Ministerstwie Klimatu i Środowiska*

Wieloletnie badania poszukiwawczo-rozpoznawcze występowania metali szlachetnych w obszarach eksploatacji surowców skalnych w regionie dolnośląskim, głównie w dolinach Bobru, Kaczawy, Bystrzycy i Nysy Kłodzkiej, pozwoliły na zidentyfikowanie obecności złota rodzimego w koncentratkach surowców okruchowych. W eksploatowanych złożach okruchowych oraz surowców skalnych, m.in. w Proszkowicach, Rakowicach, Kraszowicach, Pilcach, Wójcicach, Osiecznicy, Mietkowie, Bierkowicach, Czaplach, stwierdzono występowanie różnych ilości złota rodzimego oraz platynowców.

Rozpoznanie występowania metali szlachetnych w eksploatowanych złożach było realizowane przy użyciu specjalnie opracowanego mobilnego stanowiska do pobierania prób z układów wydobywczych (MKG- Mobilny Koncentrator Grawitacyjny) oraz przy użyciu klasycznych próbek pobieranych w ciągach technologicznych. W przypadku poboru próbek za pomocą MKG, wykorzystując pompę Hendersona, pompowano materiał przez około 2 godziny. Stopień koncentracji w tym przypadku wynosił 1:500. Próbki pobierane z ciągów technologicznych ważyły od 3 do 10 kg masy piaszczysto-żwirowej. Wszystkie próbki okruchowe po przesianiu na sitach od 0,7 mm do 0,125 mm wzbogacano na stole koncentracyjnym typu Wilfley. Półprodukt wyciągnięty z koncentratora MKG przesiewano wstępnie przez sita o średnicy oczek 2; 0,7; 0,250 mm. Materiał z klasy +0,250 mm odrzucono, zaś materiał z klasy poniżej 0,250 mm poddano koncentracji magnetycznej na mokro w polu magnetycznym o natężeniu 9000 Gs, a następnie wzbogaceniu za pomocą stołu koncentracyjnego typu Wilfley, wielokrotnie zawracając powstały odpad ponownie do koncentracji, w celu uzyskania jak największej ilości złota. Wszystkie badania wzbogacania minerałów rudnych wykonano w Pracowni Analiz Surowców Mineralnych ING Uniwersytetu Wrocławskiego.

Przeprowadzone badania potwierdziły wcześniej znaną tezę, że złoto rodzime oraz platynowce znajdują się we frakcji poniżej 0,5 mm. Główna masa złota rodzimego koncentruje się we frakcji -0,250 mm. Ponadto w koncentratkach pochodzących z badanego materiału okruchowego stwierdzono głównie obecność magnetytu, hematytu i ilmenitu. Pobocznie lub akcesorycznie występują rutyl, anataz, monocyf, cyrkon i piryf. W utworach

okruchowych eksploatowanych w dolinie Bystrzycy (Kop. Mietków, Proszkowice) stwierdzono obecność platynowców z grupy arsenków (sperrylit). Złoto rodzime występujące w koncentratkach ze wszystkich wymienionych kopalń tworzy formy blaszkowo-płytkowe o wysokim współczynniku spłaszczenia oraz podwyższonej zawartości niskosrebranych i wysokosrebranych złocin. Wielkość złocin waha się od 0,02 do 0,125 mm średnicy. Stwierdzone platynowce tworzą silnie pokruszone ziarna, osiągające wielkość od 0,02 do 0,1 mm średnicy.

Występowanie żwirów i piasków ze złotem rodzimym i platynowcami jest genetycznie związane z blokiem karkonosko-izerskim, ofiolitem sudeckim, erozją pierwotnych mezozoicznych i kenozoicznych utworów osadowych, utworami hydrotermalnymi paragenezy kwarcowej a także ze skałami permskimi z pogranicza czerwony spągowiec-cechsztyń.

## BADANIA ZŁOTA OKRUCHOWEGO I ICH ZASTOSOWANIE W PROSPEKCJI ZŁÓŻ POLIMETALICZNYCH

Marcin Kania

*„Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego we Wrocławiu*

Złoto okrucowe z wybranych dolnośląskich wystąpień aluwialnych poddano wnikliwym badaniom pod kątem występowania wrostków minerałów rudnych. W ich wyniku zidentyfikowano szereg kruszców z grupy siarczków, siarkoarsenków, arsenków, selenków, tellurków oraz metali rodzimych. Zróżnicowanie mineralogiczne wrostków oraz wyniki analiz składu chemicznego złocin ujawniają złożoną genezę dolnośląskich osadów złotonośnych, powstałych na drodze erozji i transportu złota okrucowego z różnorodnych wystąpień pierwotnych. Wykorzystanie zaprezentowanej metodyki badań może znaleźć zastosowanie w prospekcji krajowych i światowych złóż polimetalicznych i przyczynić się do lepszego rozpoznania wystąpień złota o charakterze pierwotnym.

# WYKORZYSTANIE DOSTĘPNYCH TECHNIK BADANIA MINERAŁÓW CIĘŻKICH DO POSZUKIWANIA ZŁÓŻ SUROWCÓW METALICZNYCH NA PRZYKŁADZIE PASA STAREJ KAMIENICY, DOLNY ŚLĄSK, POLSKA

Władysław Zygo

Krzysztof Foltyn

Adam Piestrzyński

Jadwiga Pieczonka

Gabriela Kozub-Budzyń

*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

Analiza szlichowa jest od stuleci wykorzystywana jako efektywna i tania metoda poszukiwań wybranych złóż surowców mineralnych. Identyfikacja ilościowa i jakościowa minerałów ciężkich w szlichach osadów rzecznych lub polodowcowych może znacząco pomóc w identyfikacji obszarów perspektywicznych dla wybranych złóż surowców mineralnych takich jak złoto, platynowce, chrom, cyna, diamenty oraz inne kamienie szlachetne. Identyfikacja minerałów wskaźnikowych w próbkach szlichowych może również pomóc w określeniu potencjału i charakteru złożowego badanego obszaru.

Rozwój metod analitycznych na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat, w szczególności metody ablacji laserowej (LA-ICPMS), sprawia, że ilość informacji jakie może dostarczyć próba szlichowa gwałtownie wzrasta. Badania nie są już ograniczone do samej tylko obecności i ilości minerałów wskaźnikowych, analizy pierwiastków śladowych oraz izotopów dają bezpośredni wgląd w procesy złożotwórcze związane z obserwowaną anomalią geochemiczną. Analiza pierwiastków śladowych w wybranych minerałach pozwala, w niektórych przypadkach, przewidzieć nie tylko rodzaj kopaliny ale również typ złoża. Tak jak pewne paragenezy mineralne związane są ze specyficznymi typami złóż i stanowią ważny wskaźnik genetyczny, podobnie pierwiastki śladowe w danym mineralu mogą w niektórych przypadkach stanowić zapis szczególnych warunków geochemicznych które mogą zostać powiązane ze specyficznym typem mineralizacji. Występowanie pierwiastków śladowych w wybranych siarczках (piryt, chalkopiryt, arsenopiryt), tlenkach (magnetyt, hematyt, kasyteryt) i innych minerałach (scheelite, turmalin, granat, monacyt) mogą być wskaźnikiem typu genetycznego złoża w którym powstały te minerały. Zastosowanie metody spektroskopii mas sprzężonych z plazmą wzbudzaną indukcyjnie ablacją laserową (LA-ICPMS) do charakterystyki występowania pierwiastków śladowych w ziarnach mineralnych pozwala na

osiągnięcie znacznie niższych granic wykrywalności i szerszy zakres wykrywanych pierwiastków w porównaniu do analiz mikrosondowych. Metoda LA-ICPMS pozwala również na pomiar in-situ składu izotopowego w minerałach o wielkości do kilkudziesięciu mikrometrów. Sparowanie wyników zawartości pierwiastków śladowych oraz danych izotopowych w minerałach ciężkich może pomóc w określeniu konkretnego typu złoża, z którego dany minerał pochodzi. Kompleksowa analiza pierwiastków śladowych w wybranych minerałach ciężkich z wykorzystaniem metod statystycznych oraz uczenia maszynowego pozwala na dyskryminację między różnymi typami złóż rud (Raič et al.).

Pomyślnie zastosowanie wyżej opisanej metody zależy od identyfikacji w próbkach szlichowych odpowiednio dużej populacji minerałów wskaźnikowych o odpowiedniej wielkości. Doskonałym uzupełnieniem metod mikroskopowych jest wykorzystanie automatycznej identyfikacji minerałów za pomocą metod mikroskopii elektronowej (np. MLA – Mineral Liberation Analyser). Metoda ta pozwala scharakteryzować ilościowo próbki, zwizualizować tekstury oraz szybko wskazać w próbce ziarna zadanych minerałów. Zastosowanie obu metod na odpowiednio przygotowanych próbkach pozwala znacznie skrócić czas potrzebny za zidentyfikowanie odpowiednich ziaren mineralnych dla potrzeb LA-ICPMS.

W ramach projektu EIT RM MinExTarget zrzeszającego ośrodki naukowo badawcze (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Służba Geologiczna Danii i Grenlandii (GEUS), Służba Geologiczna Finlandii (GTK), Uniwersytet w Oulu, Uniwersytet w Tromsø) i partnerów przemysłowych (Mawson, Polsatech, CRS Laboratories) podjęto próbę opracowania i przetestowania metody pomocnej przy poszukiwaniu wybranych złóż surowców metalicznych wykorzystujących zastosowanie mineralogii automatycznej, możliwości LA-ICPMS oraz mikrosondy elektronowej. Wyniki pomiarów zawartości pierwiastków śladowych oraz skład izotopowy w zestawieniu z przygotowaną bazą danych, zawierającą dostępne wyniki pomiarów ze znanych lokalizacji reprezentujących różne typy mineralizacji powinny pomóc w szybkiej identyfikacji potencjału złożowego terenu na podstawie analiz pierwiastków śladowych.

Na terenie Polski do badań wybrano rejon występowania mineralizacji cynowej pasa Starej Kamienicy. Analizie poddano wybrane minerały z prób szlichowych pochodzących ze współczesnych osadów rzecznych oraz z mineralizacji pierwotnej rejonu Krobica-Gierczyn-Przecznica. Zbadano, w jaki sposób materiał z pierwotnych złóż cyny manifestuje się w próbkach aluwialnych i jakie informacje dotyczące rodzaju mineralizacji można uzyskać z analizy mineralogicznej i chemicznej minerałów ciężkich. Celem badań było uzyskanie koncentratów minerałów ciężkich z osadów aluwialnych w sposób standaryzowany, a następnie porównanie ich z pobliską mineralizacją cynową, która przypuszczalnie jest jej głównym źródłem, a także z innymi wystąpieniami kasyterytów w Sudetach Zachodnich i Sudetach Środkowych.

#### Bibliografia:

Raič, S., Molnár, F., Cook, N., O'Brien, H., and Lahaye, Y.: Application of lithochemical and pyrite trace element data for the determination of vectors to ore in the Raja Au–Co prospect, northern Finland, *Solid Earth*, 13, 271–299, <https://doi.org/10.5194/se-13-271-2022>, 2022

## MOŻLIWOŚCI UDOKUMENTOWANIA NOWYCH ZŁÓŻ MIEDZI W PÓŁNOCNYM PASIE MIEDZIOWYM (NORTHERN COPPER BELT) NA MONOKLINIE PRZEDSUDECKIEJ

Krzysztof Zieliński<sup>1</sup>

Stanisław Speczik<sup>1,2</sup>

Alicja Pietrzela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Mozów Copper Sp. z o.o., Warszawa*

<sup>2</sup>*Uniwersytet Warszawski*

Północny pas miedziowy (Northern Copper Belt, NCB) to obszar występowania udokumentowanych oraz prognostycznych złóż rud miedzi i srebra w głębszych partiach monokliny przedsudeckiej. Według podziału administracyjnego Polski znajduje się w województwach dolnośląskim, lubuskim oraz wielkopolskim. Jego granice zostały wytyczone w oparciu o prace na koncesjach poszukiwawczo-rozpoznawczych spółek z grupy Miedzi Copper Corp. (MCC). Działalność eksploracyjna obejmowała wykonanie własnych otworów wiertniczych, ale także kompleksowe badania rdzeni z otworów archiwalnych, w których znaczący udział miały Państwowy Instytut Geologiczny i Uniwersytet Warszawski, działając na zlecenie MCC.

W granicach NCB znajdują się trzy złoża o zasobach udokumentowanych w ostatnich latach przez MCC i zatwierdzonych przez Ministra Klimatu i Środowiska. Są to: Nowa Sól o zasobach 10,5 mln t Cu i 36 tys. t Ag, Sulmierzyce Północ z 5,7 mln t Cu i 6,9 tys. t Ag oraz Mozów z 4,6 mln t Cu i 6,5 tys. t Ag. Każde z tych złóż stanowi zarazem część większego obszaru perspektywicznego, a więc możliwe jest zwiększenie jego zasobów. W przypadku złoża Nowa Sól, zawierający je obszar Jany-Nowa Sól-Grochowice ma łączne szacowane zasoby 34,748 mln t Cu i 148,256 tys. t Ag. Zasoby całego obszaru perspektywicznego Sulmierzyce to 7,767 mln t Cu i 17,793 tys. t Ag, a w przypadku złoża Mozów możliwe jest powiększenie zasobów do ok. 10 mln ton Cu i 20 tys. t Ag. W obrębie pasa znajduje się także piętnaście obszarów perspektywicznych niezwiązanych z omawianymi złożami, o różnych kategoriach zasobów. Ich łączne szacowane zasoby to nie mniej niż 20 mln t Cu oraz 66 tys. t Ag.

Dla porównania, łączne zasoby wszystkich złóż eksploatowanych obecnie w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym (na południe od omawianego pasa) to ok. 29 mln ton Cu. Oznacza to, że NCB dysponuje zasobami przekraczającymi te zlokalizowane w aktywnym



zagłębiu miedziowym, choć zalegającymi głębiej i rozmieszczonymi na znacznie większym obszarze, którego tylko niewielką część stanowią złoża udokumentowane. Dla udokumentowanych trzech złóż przyjęto własne graniczne wartości parametrów definiujących złożę i jego granice, które zostały następnie zaakceptowane przez organ zatwierdzający dokumentację geologiczną. Tym samym potwierdzono, że przy zastosowaniu istniejących dziś technologii mogą być one eksploatowane w sposób ekonomicznie opłacalny, co uzasadnia dalszą eksplorację NCB w celu znacznego powiększenia bazy zasobowej kraju.

"Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2022".

## ZŁOŻE MARIA III-1 I OSIECZNICA II JAKO PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA PIASKOWCÓW GÓRNOKREDOWYCH NIECKI PÓŁNOCNOSUDECKIEJ

Kamila Kasperczyk

*Kopalnia i Zakład Przeróbczy Piasków Szklarskich „Osiecznica” w Osiecznicy*

*Kopalnia Surowców Mineralnych „Surmin-Kaolin” w Nowogrodźcu*

Złóża Osiecznica II i Maria III-1 położone na dwóch skrzydłach niecki północnosudeckiej zbudowane są z utworów górnokredowych i reprezentują odpowiednio: Koniak i Santon.

Złoże piaskowców kwarcowych do produkcji piasków szklarskich Osiecznica II charakteryzuje się wysoką zawartością SiO<sub>2</sub> i frakcji szklarskiej. Aby uzyskać ze złóża piaskowców piasek szklarski wykorzystywane są następujące procesy i urządzenia: rozdrabnianie piaskowca za pomocą materiałów wybuchowych, kruszenie, klasyfikatory, separatory spiralne i magnetyczne. Produkty wykorzystywane są w branży szklarskiej, budowlanej, ceramicznej i. in.

Zasoby złóża Osiecznica II wyczerpią się za ok. 10 lat dlatego prowadzone jest poszukiwanie i rozpoznanie kolejnych złóż. Napotykanymi problemami to umiejscowienie złóż w obszarze Natura 2000 oraz na obszarze lasów, gdzie nie jest możliwe prowadzenie prac poszukiwawczych, które wymagają wycinki lasu.

Złoże piaskowców ilastych Maria III-1 wykorzystywane jest do produkcji kaolinów i piasków szklarskich. Z surowca w zakładzie produkcyjnym wydzielana jest frakcja kaolinowa i piaskowa za pomocą urządzeń przeróbczych m.in. hydrocyklonów, pras filtracyjnych, klasyfikatorów, dezintegratora. Produkty kaolinowe wykorzystywane są głównie w przemyśle ceramicznym i papierniczym.

Zasoby złóża zapewnią wydobycie przez kolejnych sto lat. Problemem są odpady wydobywcze, które aktualnie stanowią 49% wydobycia i składowane są w dawnym wyeksploatowanym wyrobisku Maria II, które w przeciągu kilku lat osiągnie rzędne pierwotnego terenu. Odpady składowane w wyrobisku Maria II od lat 70' planowane są do ponownego wydobycia w celu odzyskania z nich piasku szklarskiego z wykorzystaniem kruszarki ziaren i urządzeń do przeróbki piasków.

## IDENTYFIKACJA ŻYŁ KWARCOWYCH ZA POMOCĄ WYBRANYCH METOD GEOFIZYCZNYCH NA PRZYKŁADZIE JEDNOSTKI CHEŁMCA

Olga Rosowiecka

Sławomir Mazurek

Grzegorz Pacanowski

*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

W ramach prac państwowej służby geologicznej, w Państwowym Instytucie Geologicznym - Państwowym Instytucie Badawczym (ze środków NFOŚiGW), realizowane są prace inwentaryzacyjne dotyczące obiektów po dawnym górnictwie. Skatalogowano prawie 1400 hałd i osadników, w większości w Sudetach. Oprócz inwentaryzacji tych obiektów pod kątem oceny ich przydatności dla *circular economy*, nagromadzenia antropogeniczne są cennym źródłem wiedzy o złożach pierwotnych, z których te obiekty pochodzą. W latach 2020-2021 w ramach prac zmierzających do zbadania perspektyw złożowych w rejonach dawnego górnictwa wykonano m.in. ponad 23 000 mb profili geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej (ERT) oraz polaryzacji wzbudzonej (IP), dodatkowo wspomaganymi pomiarami magnetometrycznymi i gamma-spektrometrycznymi. W przypadku metod geoelektrycznych (ERT i IP) zastosowano 5-metrowy rozstaw elektrod, z profilem aktywnym 2x21 elektrod. Pomiary magnetometryczne i  $\gamma$ -spektrometryczne wykonywano z krokiem 10 m. Wzdłuż poszczególnych profili wykonywano pomiary różnymi metodami tak, aby umożliwić w konsekwencji ich zintegrowaną interpretację.

Jednym z obszarów zainteresowań stał się zespół hałd po dawnym górnictwie, zlokalizowanych w jednostce Chełmca, a także obszary ich potencjalnej kontynuacji. Zestawienie wszystkich, skatalogowanych do tej pory żył wraz z oznaczeniem dominującej mineralizacji przedstawia poniższa tabela. Jakkolwiek wykonane badania geofizyczne pierwotnie ukierunkowane były na określenie potencjalnej mineralizacji (w tym siarczkami – poprzez zastosowanie metody IP) występującej w obrębie żył kwarcowych, to pośrednim efektem jest określenie geometrii samych żył. Kwarc charakteryzuje się bardzo niską opornością elektryczną – wyraźnie odznaczając się na przekrojach ERT od skał metamorficznych. Dzięki wykonaniu kilku profili przecinających prostopadle prawdopodobny przebieg żyły (przebieg wytypowany na podstawie zdjęcia LIDAR – śladów

po dawnym górnictwie) możliwe jest przedstawienie struktury tych ciał. Dla potwierdzenia uzyskanych wyników, w roku 2022 planowane jest wykonanie kilku wierceń kontrolnych.

| Lp. | Lokalizacja i nazwa żyły     | mineralizacja dominująca            |
|-----|------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | Wilcza, żyła północna, NW-SE | hematytowa                          |
| 2   | Wilcza, żyła południowa, W-E | hematytowa                          |
| 3   | Stanisławów                  | barytowo-fluorytowa                 |
| 4   | Wilcza                       | barytowo-hematytowa                 |
| 5   | okolice Sichowa              | kwarc, piryt, chalkopiryt           |
| 6   | Bogaczowice, „Jodłowa”       | kwarc, syderyt, piryt               |
| 7   | Męcinka, „Dębowa”            | syderyt, kwarc, piryt               |
| 8   | Męcinka, „Wierna Przyjaźń”   | kwarc, syderyt, baryt, chalkopiryt  |
| 9   | Męcinka, żyła bez nazwy      | kwarc, syderyt, baryt, chalkopiryt  |
| 10  | Wzg. Dębica                  | syderyt, kwarc, chalkopiryt         |
| 11  | Kuźnica - Raczyce            | kwarc, syderyt, chalkopiryt, galena |
| 12  | Pomocne                      | kwarcowo-hematytowa                 |
| 13  | Kuźnica – Raczyce, „Olejna”  | kwarc, syderyt, chalkopiryt, galena |
| 14  | Góra Zamkowa                 | kwarc, galena                       |
| 15  | Leśniczówka                  | kwarc, syderyt, siarczki różne      |
| 16  | Chełmiec, „Główna”           | kwarc, syderyt                      |

Jednym z celów wierceń będzie również próba korelacji oporności z metody ERT i okruszczenia metodą IP, a także danych z magnetyki i spektrometrii z litologią.

## PROBLEMATYKA EKSPLOATACJI KRUSZYW PONIŻEJ SPĄGU UDOKUMENTOWANEGO ZŁOŻA

Kamila Broda

Tomasz Janczylik

Karol Zglinicki

*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

Dokumentowanie złóż i aspekty prawne związane z ich wydobyciem od lat stanowią temat do dyskusji w środowisku geologiczno-górnictwym. W kontekście racjonalnej gospodarki zasobami kopalni jednym z zagadnień budzących wiele wątpliwości i interpretacji jest wydobycie prowadzone poza granicami udokumentowanego złoża, tzw. „przybierka w spągu”. W treści referatu przedstawiono problematykę eksploatacji złóż w świetle przepisów Prawa geologicznego i górnictwego oraz podjęto próbę omówienia praktycznych jej aspektów, zarówno z punktu widzenia pracowników administracji publicznej, jak i przedsiębiorców. Omówiono teoretyczne i praktyczne konsekwencje, dotyczące wydobycia kopaliny poza granicami udokumentowanego złoża, pochylając się nad dostępną w tym zakresie literaturą oraz interpretacjami przepisów. Wskazano także propozycje możliwych rozwiązań, mogących wpłynąć na poprawę gospodarki złożami w aspekcie poruszonego problemu.

ANALIZA DOKŁADNOŚCI SZACOWANIA ZASOBÓW  
I ŚREDNICH PARAMETRÓW ZŁÓŻ KRUSZYWA  
NA DNIIE BAŁTYKU  
NA PODSTAWIE DANYCH Z DOKUMENTACJI  
ŁAWICA SŁUPSKA, POŁUDNIOWA ŁAWICA ŚRODKOWA,  
ZATOKA KOSZALIŃSKA I ZATOKA GDAŃSKA I i II

Leszek Jurys

Elżbieta Maszloch

Grzegorz Uścińowicz

Kamila Wirkus

*Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza*

Projektując roboty i badania geologiczne złoża kopaliny zakłada się uzyskanie pożądanej dokładności (kategorii) rozpoznania budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich i innych, określanych hasłowo warunkami geologiczno-górnictwymi. Chociaż dokładność rozpoznania złoża w takim zakresie da się przedstawić głównie w formie opisowej i graficznej, prowadzi jednak do odpowiednio dokładnego obliczenia zasobów kopaliny i średnich parametrów złoża, niekiedy także liczbowo przedstawianej charakterystyki zmienności parametrów złoża i cech kopaliny.

Obliczając zasoby i średnie parametry złoża podczas sporządzania dokumentacji geologicznej złoża kopaliny na lądzie opieramy się na populacji danych uzyskanych bezpośrednio z profili geologicznych otworów i odsłoneń oraz z badań próbek pobranych z tych profili. Dane te pozwalają w prosty sposób na obliczenie błędów oszacowania średnich parametrów złoża i zasobów, co jest wymagane przez stosowne przepisy. Obliczone wielkości błędów wskazują na rozpoznanie złoża w określonej kategorii. Jest to szczególnie ważne w kategorii rozpoznania C<sub>1</sub>, która pozwala na opracowanie projektu zagospodarowania złoża, opracowania niezbędnego dla ubiegania się o koncesję na wydobycie.

Metodyka badań złóż kruszywa naturalnego położonych na dnie Morza Bałtyckiego jest nieco inna. Podstawowymi są badania geofizyczne, sejsmoakustyczne oraz sonarowe. Wiercenia wykonuje się w ilości mniejszej niż na lądzie i do maksymalnych głębokości wynikających z

możliwości technicznych oraz ograniczeń środowiskowych. Położenie naturalnego spągu złoża nie ma praktycznie wpływu na głębokość wierceń. Strop złoża stanowi zawsze powierzchnia dna morskiego dająca się odwzorować na mapie z dokładnością niemal rzeczywistą. Powierzchnię naturalnego spągu serii złożowej obrazują głównie dane z gęstej siatki profili sejsmoakustycznych. Rdzenie profili wykonanych wierceń służą przede wszystkim do opisu litologicznego kopaliny oraz do poboru próbek do badań laboratoryjnych. Większość złóż kruszywa udokumentowanych na dnie Bałtyku w jego części będącej we władaniu Rzeczypospolitej Polskiej jest rozpoznana w kategorii C<sub>2</sub>, mniej dokładnej niż kategoria C<sub>1</sub>. Analizy dokładności oszacowania średnich parametrów złoża i zasobów nie były wykonane ponieważ nie było to formalnie wymagane. Niniejszy artykuł jest próbą znalezienia sposobu dokonania takiej analizy metodami matematycznymi, uwzględniającej specyfikę metodyki morskich badań.

"Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2022".

## AKTUALIZACJA STANU WIEDZY O ZŁOŻACH WĘGLA BRUNATNEGO DLA POTRZEB JEGO WYKORZYSTANIA

Paweł Urbański

*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

Obecne i przyszłe regulacje unijne zmuszają Polskę do zmniejszenia udziału węgla w miksie energetycznym w 2030 r. i w dalszej perspektywie na rzecz znacznego rozwoju niestabilnych źródeł odnawialnych. Stabilność systemu elektroenergetycznego Polski w pokryciu wzrastającego zapotrzebowania na energię elektryczną w dalszym ciągu upatruje się w wykorzystaniu węgla brunatnego. Wiąże się to z koniecznością udostępnienia nowych złóż oraz budową nowych elektrowni, które mogą stanowić rezerwę dla źródeł odnawialnych wobec braku odpowiednich zdolności magazynowania energii. O dalszej perspektywie rozwoju zadecyduje więc zagospodarowanie najkorzystniejszych pod względem ekonomicznym i geośrodowiskowym obiektów złożowych, co powinno być kwestią kluczową w kontekście utrzymania bezpieczeństwa energetycznego Polski.

Dotyczy to szczególnie strefy występowania złóż pokładowych o znacznych zasobach, umożliwiających wieloletnią produktywność okręgów wydobywczych i wydłużenie żywotności kopalń czynnych poprzez zagospodarowanie dalszych złóż satelickich. Również istotna jest analiza potencjału zasobowego węgla brunatnego, także pod kątem wykorzystania go dla potrzeb niekonwencjonalnych technologii (w tym podziemnego zgazowania węgla).







**XXII SEMINARIUM**  
*na temat*  
**TRADYCJE I PERSPEKTYWY POSZUKIWANIA  
I DOKUMENTOWANIA GEOLOGICZNEGO ZŁOŻ**  
**NA DOLNYM ŚLĄSKU**

*Pod honorowym patronatem*  
*Ministra Aktywów Państwowych*  
*Podsekretarza Stanu Głównego Geologa Kraju*  
*Pełnomocnika Rządu ds. Polityki Surowcowej Państwa*  
*w Ministerstwie Klimatu i Środowiska*

ISBN 978-83-60905-14-2



9 788360 905142