

Abstrakty

XXVI Seminarium

z cyklu

METODYKA ROZPOZNAWANIA I DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ KOPALIN ORAZ GEOLOGICZNEJ OBSŁUGI KOPALŃ

Rytro, 19–22 maja 2026 r.





WYDAWCA

„Poltegor-Institut” 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

HIRONDELLE ANDRZEJ GRZEGORCZYK

ISBN 978-83-60905-19-7

Abstrakty

XXVI Seminarium

z cyklu

METODYKA ROZPOZNAWANIA I DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ KOPALIN ORAZ GEOLOGICZNEJ OBSŁUGI KOPALŃ

pod patronatem honorowym



Ministra Energii



Ministra Klimatu i Środowiska



Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego



Dyrektora
Państwowego Instytutu Geologicznego
– Państwowego Instytutu Badawczego

Rytro, 19–22 maja 2026 r.

XXVI Seminarium 2026 r.

z cyklu

**METODYKA ROZPOZNAWANIA
I DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ KOPALIN
ORAZ GEOLOGICZNEJ OBSŁUGI KOPALŃ**

KOMITET NAUKOWY

prof. dr hab. inż. Marek Nieć Przewodniczący Komitetu – AGH Kraków, IGSMiE PAN Kraków

prof. dr hab. Ewa Kmieć – AGH Kraków

dr hab. inż., prof. AGH Tomasz Toboła – AGH Kraków

dr hab. inż., prof. AGH Lucyna Rajchel – AGH Kraków

dr Barbara Rogosz – „Poltegor-Institut” Wrocław

prof. dr hab. Krzysztof Szamałek – PIG-PIB Warszawa, UW Warszawa

KOMITET ORGANIZACYJNY

dr Grażyna Ślusarczyk – „Poltegor-Institut” Wrocław

dr inż. Edyta Sermet – AGH Kraków

dr inż. Jerzy Górecki – AGH Kraków

mgr inż. Andrzej Borowicz – „Poltegor-Institut” Wrocław

REDAKCJA MATERIAŁÓW *Abstrakty*

dr Grażyna Ślusarczyk – „Poltegor-Institut” Wrocław

dr inż. Edyta Sermet – AGH Kraków

dr inż. Jerzy Górecki – AGH Kraków

mgr inż. Andrzej Borowicz – „Poltegor-Institut” Wrocław

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

SPIS TREŚCI

Krzysztof Galos OCENA ISTNIEJĄCEJ I POTENCJALNEJ BAZY ZASOBOWEJ POLSKI W KONTEKŚCIE PLANOWANEJ, NOWEJ POLITYKI SUROWCOWEJ PAŃSTWA	5
Maciej Godycki-Ćwirko KOPALNIA PIASKOWCA BARCICE – WYDOBYCIE ORAZ PRZERÓB SUROWCA POCHODZĄCEGO ZE ZŁOŻA PIASKOWCA MAGURSKIEGO „BARCICE”	7
Marcin Kania, Agata Kozłowska-Roman, Stanisław Z. Mikulski, Michał Tomczyk PERSPEKTYWY ZASOBOWE METALI RZADKICH I KRYTYCZNYCH W SIARCZKACH MASYWNYCH STREFY RYFTU ŚRÓDATLANTYCKIEGO	8
Ewelina Anna Kostka OCHRONA ZŁOŻ KOPALIN A INTERES PUBLICZNY	11
Olimpia Kozłowska SUROWCE, KONFLIKTY, KOMPROMISY: MEDIACYJNA ROLA PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ W KSZTAŁTOWANIU WARUNKÓW FUNKCJONOWANIA SEKTORA WYDOBYWCZEGO	13
Piotr Lenik SUROWCE REJONU KARPACKIEGO – PRZESZŁOŚĆ, TERAŹNIEJSZOŚĆ, PRZYSZŁOŚĆ	14
Edyta Mardaus-Konicka HISTORIA ZAGOSPODAROWANIA GÓRNICZEGO ZŁOŻ WÓD LECZNICZYCH W REJONIE KRYNICY	16
Maciej Młynarczyk RÓŻNORODNOŚĆ ZADAŃ ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ NA PRZYKŁADZIE DEPARTAMENTU GEOLOGII W MKiŚ	18
Jacek Mucha, Monika Wasilewska-Błaszczak EFEKTYWNOŚĆ GEOMETRYCZNYCH METOD SZACOWANIA ZASOBÓW – PONOWNE SPOJRZENIE NA ZAGADNIENIE	19
Makary Musiałek, Marcin Maksymowicz, Beata Merenda, Maciej Winsche POTENCJAŁ ODPADÓW POEKSPLOATACYJNYCH I PRZERÓBczych ORAZ FRAKCJI TRUDNO URABIALNYCH W ODZYSKU SUROWCÓW KRYTYCZNYCH W POLSCE – UJĘCIE POGLĄDOWE	21
Marek Nieć WARUNKI RACJONALNOŚCI POSZUKIWAŃ I DOKUMENTOWANIA ZŁOŻ	22
Barbara Radwanek-Bąk, Marek Nieć GOSPODARKA ZŁOŻAMI KOPALIN SKALNYCH W KOTLINIE SĄDECKIEJ – WCZORAJ I DZIŚ	25
Lucyna Rajchel WODY MINERALNE I LECZNICZE DOLINY POPRADU	26
Edyta Sermet, Jerzy Górecki PIASKOWCE MAGURSKIE, SZCZAWY W DOLINIE POPRADU, ŁĄCKIE SADY I... ŚLIWOWICA	27
Agata Spiżewska, Robert Spiżewski ZATWIERDZENIE PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH NA POSZUKIWANIE LUB ROZPOZNAWANIE KOPALIN – RAZ JESZCZE	28
Jan Stefanowicz SPADEK I WZROST ZNACZENIA GÓRNICICTWA ODKRYWKOWEGO	29
Krzysztof Szamałek, Karol Zglinicki CZY I DLACZEGO PROGRAM POSZUKIWAŃ SUROWCÓW KRYTYCZNYCH WPŁYWA NA POTRZEBY ZMIAN W METODYCE DOKUMENTOWANIA ZŁOŻ KOPALIN	31

Anna Świsterska	
PARKI KRAJOBRAZOWE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO, ROLA I FUNKCJONOWANIE NA TLE INNYCH FORM OCHRONY PRZYRODY. WARTOŚCI PRZYRODNICZE, HISTORYCZNE, KULTUROWE I KRAJOBRAZOWE POPRADZKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO	33
Monika Wasilewska-Błaszczyk, Jacek Mucha, Peter Baláž	
INTEGRACJA DANYCH O ZRÓŻNICOWANEJ JAKOŚCI W SZACOWANIU ZASOBÓW – ZASTOSOWANIE METOD GEOSTATYSTYCZNYCH	34
Karol Zglinicki, Krzysztof Szamałek	
METODYKA DOKUMENTOWANIA SUROWCÓW KRYTYCZNYCH W ODPADACH GÓRNICZYCH W KONTEKŚCIE ART. 27 ROZPORZĄDZENIA O SUROWCACH KRYTYCZNYCH	36
Krzysztof Zieliński, Stanisław Speczik, Agnieszka Wrzosek, Tomasz Bieńko	
ZALETY SELEKTYWNEJ EKSPLOATACJI I SELEKTYWNEJ FLOTACJI WYNIKAJĄCE Z BUDOWY ZŁOŻA RUD MIEDZI I SREBRA NOWA SÓL.....	40
Andrzej Chmielewski, Sławomir Oszczepalski	
CZYNNIKI GEOLOGICZNE KSZTAŁTUJĄCE ROZMIESZCZENIE PASÓW MIEDZIONOŚNYCH W CECHSZTYŃSKIEJ SERII MIEDZIONOŚNEJ W POLSCE – POSTER	41

OCENA ISTNIEJĄCEJ I POTENCJALNEJ BAZY ZASOBOWEJ POLSKI W KONTEKŚCIE PLANOWANEJ, NOWEJ POLITYKI SUROWCOWEJ PAŃSTWA

Krzysztof Galos

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Departament Geologii, Warszawa

Nowa Polityka Surowcowa Państwa (PSP), nad którą podjęto prace w ostatnich dwóch latach, będzie miała na celu istotną poprawę bezpieczeństwa surowcowego Polski poprzez zestaw działań służących zabezpieczeniu dostępu do surowców w sposób sprzyjający bezpieczeństwu gospodarczemu i energetycznemu oraz zgodny z zasadą zrównoważonego rozwoju. Przedmiotem nowej PSP mają być zarówno surowce krytyczne dla Unii Europejskiej (34 surowce), jak i surowce, które będą uznane za kluczowe dla polskiej gospodarki (prawdopodobnie 44 surowce, tym 18 surowców krytycznych). Łącznie PSP będzie zatem dotyczyła około 60 surowców mineralnych. Dokument ten będzie uwzględniać posiadane przez Polskę źródła tych surowców (zarówno bazę zasobową, jak i źródła wtórne i odpadowe), jak również określać możliwości zapewnienia stabilnych i zdywersyfikowanych dostaw surowców deficytowych z zagranicy.

Spośród 34 surowców krytycznych, tylko w przypadku kilkunastu udokumentowano do tej pory w Polsce złoża kopalin do ich produkcji lub istnieją perspektywy ich udokumentowania. W odniesieniu do czterech surowców krytycznych posiadamy złoża zarówno udokumentowane, jak i eksploatowane (miedź, węgiel koksowy, hel, surowce skaleniowe). Złoża do produkcji czterech kolejnych surowców krytycznych są udokumentowane i były eksploatowane w przeszłości (nikiel, arsen, baryt, fosforyty). Udokumentowane są również inne złoża, których potencjalne zagospodarowanie mogłoby umożliwić pozyskiwanie kolejnej grupy surowców krytycznych – wolframu, tytanu, wanadu i fluorytu. Dodatkowo pewne ilości niklu, kobaltu, wanadu, platynowców i pierwiastków ziem rzadkich występują w złożach rud Cu–Ag (choć tylko platynowce i nikiel są odzyskiwane w niewielkich ilościach), natomiast gal i german występują w złożach rud Zn–Pb (obecnie nie eksploatowane, gal i german nigdy nie obyły odzyskiwane). W odniesieniu do 26 surowców kluczowych dla polskiej gospodarki, które nie są surowcami krytycznymi, istotne udokumentowane zasoby krajowe dotyczą części z nich, np. gazu ziemnego, węgla brunatnego i kamiennego, cynku, ołowiu, srebra, molibdenu, siarki rodzimej, soli kamiennej, dolomitów przemysłowych, gipsu i anhydrytu, kamieni budowlanych i drogowych, kaolinu, kruszyw mineralnych, piasków szklarskich i formierskich, czy wapieni przemysłowych. Z drugiej strony brak lub niemal brak złóż do pozyskiwania bentonitów, wysokiej klasy ilów ceramicznych, magnezytów, czy talku i steatytu.

Powyższe oceny bazują na podstawowym źródle wiedzy o bazie zasobowej udokumentowanych złóż kopalin służących do produkcji surowców mineralnych (w tym krytycznych) w Polsce, jakim jest „Bilans Zasobów Złóż Kopalin w Polsce”, przygotowywany corocznie przez Państwowy Instytut Geologiczny – PIB. Potencjał w zakresie obszarów perspektywicznych i prognostycznych, gdzie nie udokumentowano jeszcze złóż, jest analizowany w ukazującym się co kilka lat „Bilansie perspektywicznych zasobów kopalin Polski”. Potencjał ten zasadniczo dotyczy jednak źródeł tych samych surowców krytycznych czy kluczowych, co już wcześniej wymienione. Z kolei uruchamiany w tym roku Krajowy Program Poszukiwań Surowców Krytycznych może potencjalnie przynieść odpowiedź dotyczącą perspektyw udokumentowania źródeł kilku dodatkowych surowców krytycznych, takich jak grafit, stront czy lit. Wreszcie, potencjalnym źródłem niektórych metalicznych surowców krytycznych mogą być również stare hałdy i zwałowiska odpadów górniczych oraz przeróbczych. W ich przypadku państwowa służba geologiczna (PIG-PIB) przeprowadziła wstępną inwentaryzację, a w najbliższych latach planowane są szczegółowe badania wybranych z nich pod kątem obecności surowców krytycznych i możliwości ich odzysku.

KOPALNIA PIASKOWCA BARCICE – WYDOBYCIE ORAZ PRZERÓB SUROWCA POCHODZĄCEGO ZE ZŁOŻA PIASKOWCA MAGURSKIEGO „BARCICE”

Maciej Godycki-Ćwirko

Kopalnia Piaskowca Barcice

W prezentacji przedstawiono charakterystykę geologiczną i górnictw Kopalni Piaskowca Barcice, eksploatującej złoża piaskowców magurskich „Barcice 2”, położonej w miejscowości Barcice, gmina Stary Sącz, w województwie małopolskim. Omówiono położenie fizycznogeograficzne złoża, uwarunkowania morfologiczne oraz znaczenie krajobrazowe obiektu górnictwa, usytuowanego w Kotlinie Sądeckiej w bezpośrednim sąsiedztwie pasm górskich Radziejowej i Jaworzyny Krynickiej. Przedstawiono rys historyczny eksploatacji, sięgający XIX wieku, obejmujący zarówno okres działalności rzemieślniczej, powojennego uprzemysłowienia, jak i współczesne funkcjonowanie zakładu górnictwa.

Szczególną uwagę poświęcono budowie geologicznej złoża, reprezentowanej przez utwory fliszu karpackiego płaszczowiny magurskiej, zdominowane przez gruboławicowe piaskowce przewarstwione łupkami ilastymi. Scharakteryzowano cechy litologiczne i strukturalne masywu skalnego, mające istotne znaczenie dla sposobu urabiania, stateczności skarp oraz jakości pozyskiwanego surowca. Na podstawie danych jakościowych wykazano wysoką przydatność piaskowca do zastosowań drogowych, budowlanych i hydrotechnicznych, wynikającą z korzystnych parametrów wytrzymałościowych, niskiej nasiąkliwości, dobrej mrozoodporności oraz odporności na ścieranie.

Wskazano, iż kamieniołom w Barcicach stanowi przykład racjonalnego wykorzystania zasobów skalnych w warunkach górskich, przy jednoczesnym zachowaniu wymogów technicznych, środowiskowych i ekonomicznych. Kopalnia Piaskowca Barcice posiada również istotne znaczenie naukowe i dydaktyczne jako reprezentatywne odsłonięcie fliszu karpackiego.

„Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2026”.

PERSPEKTYWY ZASOBOWE METALI RZADKICH I KRYTYCZNYCH W SIARCZKACH MASYWNYCH STREFY RYFTU ŚRÓDATLANTYCKIEGO

Marcin Kania

Agata Kozłowska-Roman

Stanisław Z. Mikulski¹

Michał Tomczyk²

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Szczecinie

Dynamiczny wzrost zapotrzebowania na surowce mineralne, w tym surowce krytyczne dla rozwoju nowoczesnej gospodarki, skłania rządy poszczególnych państw, organizacje pozarządowe oraz sektor prywatny do inwestowania w rozwój prac poszukiwawczych i metod eksploatacji złóż na obszarach trudnodostępnych, w tym obejmujących głębokomorskie dno oceaniczne.

Współcześnie eksplorowane głębokomorskie wystąpienia rud metali obejmują znane od II połowy XIX wieku kongregacje polimetaliczne oraz kobaltonośne naskorupienia żelazowo-manganowe. Wystąpienia polimetalicznych siarczków masywnych (seafloor massive sulphides, SMS) odkryto dopiero sto lat później, pod koniec lat 70. XX wieku, na Grzbiecie Wschodniopacyficznym.

Poszczególne typy złóż reprezentują odmienne środowisko geotektoniczne. Kongregacje występują na równinach abisalnych, natomiast naskorupienia związane są z górami podmorskimi, szczególnie powstałymi w wyniku wygasłej działalności wulkanicznej typu hot spot (Petersen et al., 2016; Cherkashov, 2017). Występowanie siarczków masywnych jest ściśle związane z aktywnością hydrotermalną w strefach spreadingu dna oceanicznego, zachodząca głównie na grzbietach śródoceanicznych (2/3 znanych wystąpień pól hydrotermalnych).

Wystąpienia SMS znane są ponadto z basenów marginalnych (załukowych) oraz łuków wyspowych w strefach subdukcji (odpowiednio 22 i 12%), nieliczne opisano również w obszarach działalności wulkanizmu wewnątrzpłytkowego (Hannington et al., 2011). W obrębie stref spreadingu największy potencjał zasobowy siarczków masywnych wykazują fragmenty ryftu o najwolniejszym tempie ekspansji, nieprzekraczającym 2 cm rocznie (German et al., 2016).

Siarczki masywne wyróżniają się na tle kongregacji i naskorupień składem mineralnym i chemicznym. Podczas gdy w dwóch pozostałych typach złóż dominują rudy tlenkowe, a głównymi pierwiastkami użytecznymi są Mn, Co, Ni, Cu oraz pierwiastki ziem rzadkich (REE), rudy siarczków masywnych charakteryzują się wysokimi zawartościami Cu (średnio 0,8–17,9%

wag.), Zn (2,7–17,5% wag.), Pb (do 9,7% wag.), Au (0,4–13,2 ppm) oraz Ag (56–1260 ppm) (Cherkashov, 2017; Petersen et al., 2016; Kuhn et al., 2017; Halbach et al., 2017). Skład ilościowy i tym samym potencjał zasobowy metali rzadkich w poszczególnych polach hydrotermalnych jest zróżnicowany i odmienny w przypadku systemów hydrotermalnych związanych ze strefami grzbietów oceanicznych i subdukcji (Petersen et al., 2016). Różnice występują również w obrębie samych ryftów, gdzie współwystępują ze sobą pola wykształcone w strefach symetrycznej i asymetrycznej akrecji dna morskiego. Pierwsze związane są ściśle z rozwojem wulkanizmu bazaltowego. Drugie, o charakterze tektonicznym, związane są z ekshumacją sekwencji gabra i perydotytów dolnej skorupy oceanicznej oraz górnego płaszcza (tzw. oceanic core complex, OCC) (German et al., 2016). Jak w przypadku wszystkich systemów hydrotermalnych, do istotnych czynników kontrolujących skład mineralny rud należy temperatura migrujących roztworów oraz ich odległość względem intruzji (Fouquet et al., 2010).

Rzeczpospolita Polska należy do nielicznego grona siedmiu państw prowadzących poszukiwania i badania podmorskie polimetalicznych siarczków masywnych w ramach kontraktu z International Seabed Authority (ISA, Międzynarodowa Organizacja Dna Morskiego), przy czym Grzbiet Śródatlantycki stanowi obszar tego typu działalności wyłącznie trzech państw (oprócz Polski jest to Francja i Federacja Rosyjska) (Holzheid et al., 2024). Polska licencja obejmuje obszar o pow. 10 000 km², zlokalizowany wzdłuż osi ryftu między równoleżnikami 26°09'N oraz 32°50'N. Badania poszukiwawcze koncentrują się na identyfikacji i szczegółowym rozpoznaniu obszarów perspektywicznych występowania siarczków masywnych w obrębie Grzbietu Śródatlantyckiego. Kluczowym elementem tych prac jest wykorzystanie zaawansowanych metod geofizycznych i autonomicznych systemów podwodnych (AUV i ROV) do wysokorozdzielczego mapowania dna morskiego, analizy kolumny wody oraz badań środowiskowych (German et al., 2016; Ciążela et al., 2023; Kozłowska-Roman et al., 2023; Tomczak et al., 2023).

W ramach referatu omówione zostaną znane i rozpoznane wystąpienia SMS na Północnym Atlantyku, ich pozycja w obrębie struktury grzbietu śródatlantyckiego, budowa, skład mineralogiczno-chemiczny i potencjał zasobowy, ze szczególnym uwzględnieniem pól hydrotermalnych zlokalizowanych w polskim obszarze poszukiwawczym.

Literatura

- Cherkashov G., 2017. *Seafloor Massive Sulfide Deposits: Distribution and Prospecting*. [W]: Sharma R. (red.) – Deep-Sea Mining. Resource Potential, Technical and Environmental Considerations, 143-164. Springer International Publishing AG. DOI: 10.1007/978-3-319-52557-0_4
- Ciążela J., Kozłowska-Roman A., Tomczak M., Elsherif E., Wojtulek P., 2023. *Conditions for larger SMS deposits along slow-spread mid-ocean ridges: implications for the Polish contract area at the MAR*. Mineralogia – Special Papers, 51, 47.
- Fouquet Y., Cambon P., Etoubleau J., Charlou J.L., Ondreas H., Barriga F.J.A.S., Cherkashov G., Semkova T., Poroshina I., Bohn M., Donval J.P., Henry K., Murphy P., Rouxel O., 2010. *Geodiversity of hydrothermal processes along the Mid-Atlantic Ridge and ultramafic hosted mineralization: a new type of oceanic Cu-Zn-Co-Au volcanogenic massive sulfide deposit*. Geophysical Monograph Series, 188: 321-367. DOI: 10.1029/2008GM000746
- German Ch.R., Petersen S., Hannington M.D., 2016. *Hydrothermal exploration of mid-ocean ridges: Where might the largest sulfide deposits be forming?* Chemical Geology, 420: 114-126. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2015.11.006

- Halbach P.E., Jahn A., Cherkashov G., 2017. *Marine Co-Rich Ferromanganese Crust Deposits: Description and Formation, Occurrences and Distribution, Estimated World-wide Resources*. [W]: Sharma R. (red.) – Deep-Sea Mining. Resource Potential, Technical and Environmental Considerations, 65-141. Springer International Publishing AG. DOI: 10.1007/978-3-319-52557-0_4
- Hannington M., Jamieson J., Monecke T., Petersen S., Beaulieu S., 2011. *The abundance of seafloor massive sulphide deposits*. *Geology*, 39 (12): 1155-1158.
- Holzheid A., Zhao H., Cabus T., Fan L., Kuhn T., Sun L., Tao Ch., Haeckel M., Hoang D., Kelly N., Kihara T., Li B., Li J., Ma J., Matz-Lück N., Meyn K., Molari M., Petersen S., Pollmann K., Rudolph M., Xu X., Zhang Y., 2024. *Deep-sea mining of massive sulfides: Balancing impacts on biodiversity and ecosystem, technological challenges and law of the sea*. *Marine Policy*, 167, 106289. DOI: 10.1016/j.marpol.2024.106289
- Kozłowska-Roman A., Tomczak M., Ciążela J., Damrat M., 2023. *Geological settings of the Polish massive sulfides exploration area in the Mid-Atlantic Ridge – morpho-structural analysis from regional scale to prospective deposits areas*. *Mineralogia – Special Papers*, 51, 77.
- Kuhn T., Węgorzewski A., Rühlemann C., Vink A., 2017. *Composition, Formation, and Occurrence of Polymetallic Nodules*. [W]: Sharma R. (red.) – Deep-Sea Mining. Resource Potential, Technical and Environmental Considerations, 23-63. Springer International Publishing AG. DOI: 10.1007/978-3-319-52557-0_4
- Petersen S., Krätschell A., Augustin N., Jamieson J., Hein J.R., Hannington M.D., 2016. News from the seabed – Geological characteristics and resource potential of deep-sea mineral resources. *Marine Policy*. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.03.012i
- Tomczak M., Kozłowska-Roman A., Ciążela J., Smajdor Ł., Damrat M., 2023. *Regional to prospective exploration – survey program for seafloor massive sulphides deposits within the Polish contracted area on the Mid-Atlantic Ridge*. *Mineralogia – Special Papers*, 51, 108.

OCHRONA ZŁÓŻ KOPALIN A INTERES PUBLICZNY

Ewelina Anna Kostka

Kancelaria Juris Sp. z o.o., Warszawa

Wszystkie złoża kopalin podlegają ochronie. Polski ustawodawca większym zakresem ochrony objął złoża kopalin, które zostały udokumentowane, przy czym dokładność rozpoznania nie ma bezpośredniego przełożenia na zakres tej ochrony. Nakaz ochrony złóż kopalin ma charakter *ius cogens* także w tym znaczeniu, że organ administracji geologicznej nie może relatywizować, którym złożom powinien udzielić ochrony.

Ramowe zasady ochrony wszystkich złóż kopalin regulują przepisy ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawa ochrony środowiska (p.o.ś.). Szczegółowe zasady ochrony złóż kopalin zostały skonkretyzowane przepisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (p.g.g.) i odnoszą się do udokumentowanych złóż kopalin.

Norma zawarta w art. 125 ust. 1 p.o.ś., zgodnie z którą złoża kopalin podlegają ochronie polegającej na racjonalnym gospodarowaniu ich zasobami oraz kompleksowym wykorzystaniu kopalin, w tym kopalin towarzyszących, określa cele państwa; stanowi przede wszystkim o kierunku polityki państwa zakresie sposobu ochrony złóż kopalin. Wskazuje na dwa zasadnicze kierunki ochrony kopalin: racjonalne gospodarowanie zasobami kopalin i ich kompleksowe wykorzystanie.

Zgodnie z przepisami Prawa geologicznego i górniczego udokumentowanie złoża kopaliny implikuje przymus uwzględnienia złóż kopalin przy określaniu statusu planistycznego nieruchomości, w tym zabezpieczenie możliwości jego wydobywania. Już samo występowanie złoża na danym terenie, powoduje powstanie po stronie organu administracji obowiązku prewencyjnej ochrony jego zasobów na potrzeby przyszłej eksploatacji.

W orzecznictwie sądów administracyjnych wskazuje się, że dla realizacji nakazu ochrony złóż kopalin zasadnicze znaczenie ma postulat utrzymania dostępności zasobów udokumentowanych i perspektywicznych poprzez ochronę terenów, na których się one znajdują, przed trwałą zabudową, z czym wiąże się konieczność zablokowania powierzchni terenu, w dłuższym okresie czasu a ochrona zasobów złóż kopalin, w rozumieniu racjonalnego ich wykorzystania, powinna być realizowana zatem poprzez stworzenie warunków do ich wykorzystania.

Ustawodawca dopuścił wprost lokalizowanie morskich farm wiatrowych oraz instalacji odnawialnych źródeł energii na nieruchomościach, na których udokumentowano złoża kopaliny, o ile instalacje te nie są trwale związane z gruntem w sposób uniemożliwiający eksploatację złoża w przyszłości. Przepis ten stanowi normę kolizyjną pomiędzy interesem publicznym w postaci ustawowego nakazu ochrony złóż kopalin (niezależnie od statusu ich własności), a inwestycjami celu publicznego i potwierdza jednocześnie, iż zakaz zabudowy w odniesieniu do udokumentowanych złóż kopalin nie ma charakteru absolutnego, ale odnosi się przede wszystkim do zakazu trwałej zabudowy uniemożliwiającej eksploatację złoża w przyszłości.

Obowiązująca w polskim porządku prawnym koncepcja ochrony złóż kopalin notorycznie budzi sprzeciw lokalnych społeczności i władz lokalnych nie dostrzegających potrzeby długoterminowej ochrony złóż kopalin jako realizacji krajowego interesu publicznego, a koncentrujących się wyłącznie na miejscowych, bieżących, partykularnych interesach.

Ochrona złóż kopalin to nie tylko zapewnienie możliwości wydobywania udokumentowanego złoża kopalin w krótkich horyzoncie czasowym, ale również takie zagospodarowanie terenu nad złożem, aby jego eksploatacja była możliwa w przyszłości – w długim horyzoncie czasowym. Ochrona złóż kopalin stanowi interes publiczny a złoża kopalin stanowią rezerwę dla przyszłych pokoleń. Ochrona złóż kopalin rozumiana jako interes publiczny nie ogranicza się do złóż kopalin objętych własnością górnictw. Ochrona złóż kopalin powinna również być rozumiana jako ochrona przed nadmiernym i nieuzasadnionym wydobywaniem. W tym kontekście większy udział w obiegu powinny mieć surowce wtórne, zgodnie z zasadą gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ).

O ile jednak zasady zrównoważonego rozwoju, a także ochrony środowiska, w tym złóż kopalin, stanowią podstawę do sporządzania i aktualizacji koncepcji rozwoju kraju, średniookresowej strategii rozwoju kraju, strategii rozwoju województw, planów zagospodarowania przestrzennego województw, strategii rozwoju ponadlokalnego, strategii rozwoju gmin, planów ogólnych gmin oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, to jednak treść z tych dokumentów strategicznych nie ujmuje nakazu ochrony złóż kopalin w sposób należyty, a tym bardziej satysfakcjonujący.

Tymczasem warto za Naczelnym Sądem Administracyjnym skonstatować, iż *„interes publiczny utożsamiany jest z dobrem wspólnym. To zaś konstytucyjne pojęcie zawiera w sobie wiele elementów składających się na państwo. Państwo zaś powinno mieć możliwość ochrony i wydobywania złoża kopalin jako dobra całego kraju. Nie jest to bowiem tylko dobro gminy. Generalnie bowiem istnienie celu publicznego stanowi jedną z uzasadnionych konstytucyjnie przesłanek ingerencji organów władzy publicznej w określony sposób zagospodarowania terenu, w tym przez zagwarantowaną prawem możliwość ochrony i wydobywania złoża kopalin.”* [Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 1 grudnia 2015 r., sygn. II OSK 2323/15]

Wybrane orzecznictwo:

- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z 20 maja 2021 r., sygn. II OSK 394/15,
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 1 grudnia 2015 r., sygn. II OSK 2323/15
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z 12 października 2016 r., sygn. akt I OSK 3417/15;
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z 20 września 2019 r., sygn. akt I OSK 2713/17;
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 22 czerwca 2022 r., sygn. II OSK 385/22;
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 3 września 2024 r., sygn. II OSK 2139/23;
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 27 listopada 2024 r., sygn. II OSK 345/22;
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 24 czerwca 2025 r., sygn. II OSK 120/23;
- Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 13 sierpnia 2024 r., sygn. II OSK 2124/23
- Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie z dnia 10 sierpnia 2023 r., sygn. VII SA/Wa 1202/23;
- Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie z dnia 22 października 2025 r., sygn. VII SA/Wa 1919/25;
- Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie z dnia 7 stycznia 2026 r., VII SA/Wa 1576/25.

SUROWCE, KONFLIKTY, KOMPROMISY: MEDIACYJNA ROLA PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ W KSZTAŁTOWANIU WARUNKÓW FUNKCJONOWANIA SEKTORA WYDOBYWCZEGO

Olimpia Kozłowska

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie

W warunkach rosnącego znaczenia surowców mineralnych dla bezpieczeństwa gospodarczego i transformacji energetycznej sektor wydobywczy staje się obszarem napięć między interesami państwa, przemysłu, społeczeństwa i środowiska. Referat analizuje te zjawiska przez pryzmat roli państwowej służby geologicznej jako podmiotu nie tylko eksperckiego, lecz także mediacyjnego, uczestniczącego w procesach negocjacyjnych oraz rozwijaniu narzędzi społecznej dyplomacji surowcowej.

Omówione zostaną główne źródła konfliktów, w szczególności presja regulacyjna i oczekiwania społeczne, a także napięcia między potrzebą zabezpieczenia podaży surowców a ochroną środowiska biotycznego. Wskazane zostaną instrumenty mediacyjne oparte na dostarczaniu rzetelnych danych, redukcji asymetrii informacyjnych i budowaniu dialogu interesariuszy. Pokreślona zostanie rola służby geologicznej jako dostawcy merytorycznych argumentów wspierających wypracowanie kompromisów na styku wydobywcie – środowisko.

Istotnym elementem jest także potrzeba wzmacniania świadomości surowcowej wśród decydentów. Referat wskaże, że integracja funkcji naukowych, mediacyjnych i edukacyjnych stanowi ważny warunek stabilności sektora wydobywczego.

SUROWCE REJONU KARPACKIEGO – PRZESZŁOŚĆ, TERAŹNIEJSZOŚĆ, PRZYSZŁOŚĆ

Piotr Lenik

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Karpacki, Kraków

Obszar południowej Polski, obejmujący Karpaty wraz z zapadliskiem przedkarpackim oraz fragment monokliny śląsko-krakowskiej, od tysiącleci odgrywa istotną rolę jako zaplecze surowcowe dla jego mieszkańców. Zgodnie z „Bilansem Zasobów Złóż Kopalin w Polsce”, na koniec 2024 roku na tym obszarze udokumentowanych jest blisko 2500 złóż, obejmujących zarówno kopaliny objęte własnością górnictwem, jak i złoża stanowiące część składową nieruchomości gruntowej.

Początki wykorzystania zasobów mineralnych omawianego obszaru sięgają paleolitu. W dolinie Prądnika odkryto ślady osadnictwa i użytkowania narzędzi krzemiennych datowane na około 115 tys. lat p.n.e. Szczególny rozwój eksploatacji krzemienia nastąpił w neolicie. Znaczenie użytkowe miały również rógowce pienińskie. Wykorzystanie narzędzi krzemiennych trwało aż do epoki żelaza.

Drugim surowcem o podstawowym znaczeniu cywilizacyjnym była sól. Najstarsze ślady jej pozyskiwania metodą warzenia solanki sięgają neolitu, natomiast górnictwa eksploatacja soli kamiennej w Bochni i Wieliczce rozpoczęła się w XIII wieku. W średniowieczu sól stała się jednym z filarów gospodarki państwowej. Dochody z żup solnych w okresie panowania Kazimierza Wielkiego i Władysława Jagiełły mogły stanowić nawet jedną trzecią dochodów skarbcza królewskiego.

Istotne miejsce w bazie surowcowej regionu zajmują także kruszywa budowlane oraz szeroko rozumiane surowce skalne. Ich wykorzystanie do celów budowlanych można wiązać już z wczesną epoką brązu. Kamienny mur z około 1500 r p.n.e. na Górze Zyndrama w Maszkowicach, uznawany za jedną z najstarszych kamiennych konstrukcji na ziemiach polskich i zarazem jedną z najstarszych w Europie poza strefą śródziemnomorską. Intensyfikacja eksploatacji surowców skalnych nastąpiła w średniowieczu wraz z rozwojem ośrodków miejskich i budownictwa obronnego i trwa nieprzerwanie do czasów współczesnych.

Szczególne znaczenie w regionie miały rudy cynku i ołowiu. Historyczne świadectwa eksploatacji galeny w rejonie Olkusza pochodzą z XII wieku, jednak wyniki badań archeologicznych i izotopowych sugerują, że początki wykorzystania tych rud mogą sięgać już wczesnej epoki żelaza. Rudy ołowiu stanowiły cenne źródło srebra, a od XIX wieku rosnącego znaczenia nabrał także cynk.

Na szczególną uwagę zasługuje również siarka rodzima, związana przede wszystkim z obszarem zapadliska przedkarpackiego. Jej znaczenie użytkowe zmieniało się w czasie: początkowo

służyła głównie do produkcji prochu strzelniczego, natomiast od XIX wieku stała się ważnym surowcem dla przemysłu chemicznego, zwłaszcza w produkcji kwasu siarkowego i procesach wulkanizacji gumy. Eksploatację siarki dokumentują już źródła z początku XV wieku, a jej nowożytny rozwój wiązał się z działalnością kopalń w Swoszowicach i Posądy oraz, później, z odkryciem złóż siarki rodzimej w rejonie tarnobrzeskim w latach pięćdziesiątych XX wieku. Nie mniejsze znaczenie miały i nadal mają węglowodory, przede wszystkim ropa naftowa i gaz ziemny. Tradycja ich wykorzystania w regionie sięga co najmniej późnego średniowiecza, jednak przełomowy charakter miała dopiero działalność Ignacego Łukasiewicza w połowie XIX wieku. Wynalezienie lampy naftowej oraz opracowanie bezpiecznej destylacji ropy stworzyły podstawy nowoczesnego przemysłu naftowego, którego symbolem stała się kopalnia w Bóbrce koło Krosna, uruchomiona w 1854 roku, będąca początkiem „Polskiego Teksasu”.

Istotnym elementem potencjału surowcowego są zasoby solanek, wód leczniczych i termalnych stanowiące podstawę rozwoju funkcji leczniczych i turystycznych w regionie. Niezwykle ważne są one dla sieci uzdrowisk, przemysłu spożywczego oraz rozwijającej się geotermii. Ich występowanie ściśle wiąże się z budową geologiczną Karpat i zapadliska przedkarpackiego, sprzyjającą głębokiemu krążeniu i mineralizacji wód podziemnych.

Mimo wielowiekowej eksploatacji obszar ten nadal zachowuje znaczący potencjał surowcowy. Wiele udokumentowanych złóż pozostaje niezagospodarowanych, a dodatkowo wyznaczono liczne obszary perspektywiczne i prognostyczne dla występowania złóż kruszyw, kamieni budowlanych, soli kamiennej, węglowodorów, gipsów, anhydrytów oraz wód leczniczych i termalnych. Planowane są również prace badawcze nad oszacowaniem potencjału występowania nowych typów surowców, istotnych dla nowoczesnej gospodarki. Dotyczy to m.in. koncentracji sydereitowych, manganowych i fosforytowych występujących w formacjach fliszu karpackiego, które mogą mieć znaczenie jako potencjalne źródło metali krytycznych, w tym pierwiastków ziem rzadkich. Na dalsze rozpoznanie zasługują także przejawy mineralizacji molibdenowo-wolframowej w rejonie Doliny Będkowskiej oraz przejawy mineralizacji hydrotermalnych, np. arsenowych w rejonie Baligrodu.

Rosnące znaczenie zyskują ponadto nowe kierunki badań obejmujące wodór naturalny w złożach węglowodorów oraz surowce wtórne zawarte w odpadach wydobywczych. Szczególnie interesujące są nagromadzenia odpadów po eksploatacji i przeróbce siarki w rejonie tarnobrzeskim, które mogą stanowić źródło strontu, zaliczanego do surowców krytycznych dla gospodarki Unii Europejskiej. Nadal, pod względem surowcowym słabo rozpoznane pozostaje także podłoże Karpat, zwłaszcza w strefach, gdzie zalega ono na głębokościach dostępnych dla współczesnych technologii górniczych.

W świetle powyższego region karpacki i jego przedpole należy uznać za obszar o wyjątkowo długiej i zróżnicowanej historii wykorzystania zasobów geologicznych oraz o nadal znaczącym potencjale surowcowym. Zmienność potrzeb gospodarczych i postęp technologiczny sprawiają, że szczególnego znaczenia nabierają badania podstawowe i kompleksowe rozpoznanie geologiczne, które mogą ujawnić zasoby istotne nie tylko współcześnie, lecz również w przyszłości.

HISTORIA ZAGOSPODAROWANIA GÓRNICZEGO ZŁÓŻ WÓD LECZNICZYCH W REJONIE KRYNICY

Edyta Mardaus-Konicka

Uzdrowisko Krynica – Żegiestów S.A.

Uzdrowisko Krynica formalnie stało się przedsiębiorcą górnictwem w roku 1962 na mocy Dekretu z dnia 6 maja 1953 r. – Prawo Górnicze, jako Przedsiębiorstwo Państwowe “Zespół Uzdrowisk Krynicko-Popradzkich”. Wówczas to utworzono w ramach istniejących struktur uzdrowiskowych Zakład Górniczy z wszystkimi obowiązującymi go obostrzeniami i przywilejami do prowadzenia eksploatacji i ochrony złoża. Nie oznacza to jednak, że wcześniejsza eksploatacja odbywała się bezprawnie. Już na przełomie XIX i XX wieku utworzono okręgi ochronne dla źródeł, a pierwsza w Polsce, po odzyskaniu niepodległości, Ustawa o uzdrowiskach z 1922 (Dz.U. RP. No 31, poz. 254) rozdziela wcześniejsze okręgi ochrony wód mineralnych na niezależne okręgi ochrony sanitarnej uzdrowiska i okręgi ochrony górniczej źródeł mineralnych (Ciężkowski & Kapuściński, 2011).

Okręgi ochrony sanitarnej dla ujęć wód krynickich, funkcjonują aż do lat 60. XX wieku, ponieważ kolejne prawo z 1930 r., (Dz.U. RP. Nr 85, poz. 654) nie wprowadziło nowych rozstrzygnięć, podobnie jak powojenne Prawo Górnicze z 1953 (Dz. U. Nr 29 poz.113). Dopiero nowelizacja ustawy Prawo górnicze z 1960 r (Dz. U. Nr 52, poz. 303) oraz rozporządzenie wykonawcze – Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie określenia kopalin, których wydobywanie podlega prawu górniczemu (...) (Dz. U. z 1962 r. Nr 19 poz. 80), w ramach którego wody lecznicze uznane zostają za kopalinę, daje podstawy wprowadzenia zasady tworzenia i rejestrowania obszarów górniczych dla wód leczniczych.

Po raz pierwszy obszar górniczy „Krynica-Zdrój” zostaje utworzony dopiero 12 grudnia 1968 r., Decyzją Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej nr TG/911/68, a następnie określony w koncesji nr 12/93 z dnia 09.02.1993 roku wydanej przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, na okres 20 lat z przeznaczeniem wydobywanych wód do zabiegów leczniczych oraz produkcji rynkowej. Koncesje dla uzdrowisk wydawane w latach 1992-1993, były konsekwencją nowelizacji ustaw górniczych, a następnie wprowadzeniem nowej Ustawy Prawo Geologiczne i Górnicze z dn. 4 lutego 1994 roku (Dz. U.1994 nr 27 poz. 96 z późniejszymi zmianami). Uzdrowisko stało się koncesjonariuszem w myśl nowego Prawa Geologicznego i Górniczego z 1994 roku, a następnie użytkownikiem górnictwem na mocy umowy zawartej pomiędzy Skarbem Państwa a Uzdrowiskiem z dnia 19 stycznia 1996 r. (BKK-110/01/96). Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa decyzją (znak GK/hg/MZ/002/98 z dnia 09.03.1998 r.) zmieniającą koncesję nr 12/93 wpisał w koncesję współrzędne geograficzne punktów załamania granic obszaru i terenu górniczego „Krynica-Zdrój”. Obszar ten, wraz terenem górnictwem ustanowionym w roku 1998 obejmował swym zasięgiem 34,92 km².

W roku 2013 nastąpiła zmiana koncesji Nr 12/93 w brzmieniu i terminie jej obowiązywania. Obowiązująca ustawa Prawo Geologiczne i Górnicze z 9 czerwca 2011 r. przeniosła obowiązki udzielania koncesji dla wód leczniczych na Marszałków Województw – a więc na organ administracji geologicznej podległej Geologowi Wojewódzkiemu. Decyzję koncesyjną w roku 2013, dla Uzdrowiska Krynica-Żegiestów S.A. wydawał zatem Marszałek Województwa Małopolskiego. Podstawą wydania Decyzji Nr 182/OS/2013 na okres 30 lat (do 2043 roku), był Projekt Zagospodarowania Złoża oraz Dokumentacja Hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód leczniczych i dwutlenku węgla (jako kopaliny towarzyszącej) ze złoża w uzdrowisku Krynica oraz ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (zwykłych oraz leczniczych i o właściwościach leczniczych) w zlewni Krynicy (Ciężkowski i in., 1999). W ramach nowej decyzji koncesyjnej, po przeliczeniu współrzędnych z układu współrzędnych 1992 do układu 2000, oraz wprowadzeniu korekty punktów granicznych obszaru górniczego, ustanowiono nowy obszar górniczy o powierzchni 35,013 km² o nazwie „Krynica-Zdrój I”. Powierzchnię spągu obszaru górniczego czyli jego górną granicę, określa własność gruntowa wyznaczona liniami prostymi łączącymi punkty załamania. W granicach działek gruntowych, na których prowadzona jest działalność górnicza górną granicę obszaru górniczego stanowi poziom powierzchni terenu. Płaszczyznę rzutu obszaru górniczego określono rzędną 400 m pod poziomem morza. Granice terenu górniczego odpowiadają współliniowo obszarowi górniczemu.

Aktualną podstawę prawną eksploatacji wód leczniczych, w tym wód typu Zuber, stanowi Koncesja wydana Decyzją Marszałka Województwa Małopolskiego z dn. 22 stycznia 2013 r. oraz Plany Ruchu zatwierdzone przez Okręgowy Urząd Górniczy w Krakowie. Koncesjonariuszem i Użytkownikiem Górniczym pozostaje Uzdrowisko Krynica-Żegiestów S.A. z siedzibą w Krynicy-Zdroju. W jego strukturze organizacyjnej funkcjonuje Uzdrowski Zakład Górniczy, który prowadzi ruch zakładu górniczego w oparciu o przepisy Prawa Geologicznego i Górniczego oraz w oparciu o przepisy wykonawcze do ustawy.

Obecnie w swojej strukturze Uzdrowisko Krynica-Żegiestów S.A., eksploatuje 26 ujęć, w tym:

- 4 źródła – eksploatowane przelewem;
- 4 głębokie odwierty typu Zuber eksploatowane samoczynnie;
- 4 tzw. płytkie odwierty eksploatowane samoczynnie;
- oraz kilkanaście odwiertów eksploatowanych pompami głębinowymi.

W strukturze UZG znajdują się również odwierty nieeksploatowane z przyczyn ekonomicznych i/lub prawnych, niezagospodarowane oraz takie które nie mają zatwierdzonych zasobów.

RÓŻNORODNOŚĆ ZADAŃ ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ NA PRZYKŁADZIE DEPARTAMENTU GEOLOGII W MKIŚ

Maciej Młynarczyk

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Departament Geologii, Warszawa

Departament Geologii w Ministerstwie Klimatu i Środowiska pełni rolę rządowej administracji geologicznej. Wielu odbiorców utożsamia tę komórkę organizacyjną resortu jako organ zajmujący się praktycznie tylko zmianami legislacyjnymi. Mało osób natomiast zdaje sobie sprawę z realnego zakresu działań i odpowiedzialności, która ciąży na wszystkich pracownikach tego departamentu.

Dlatego też istnieje potrzeba przedstawienia pełnego spektrum zadań, którymi zajmują się poszczególne wydziały, wchodzące w skład Departamentu Geologii. Dodatkowo przytoczone zostaną dane statystyczne odnoszące się do ilości i rodzajów prowadzonych spraw. Część z nich to sprawy o fundamentalnym znaczeniu dla gospodarki krajowej, mające duży wpływ na rozwój kraju ale i jego postrzeganie zewnętrzne.

EFEKTYWNOŚĆ GEOMETRYCZNYCH METOD SZACOWANIA ZASOBÓW – PONOWNE SPOJRZENIE NA ZAGADNIENIE

Jacek Mucha

Monika Wasilewska-Błaszczyk

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Dokonano przeglądu zalet i wad wytypowanych metod geometrycznych szacowania zasobów kopalin: trójkątów, wieloboków Voronoi'a, interpolacji deterministycznej (z wagowaniem na odwrotność odległości) oraz dla celów porównawczych statystycznej metody średniej zasobności. Podjęto polemikę z poglądem o rzekomej niejednoznaczności metody trójkątów przywołując zasady konstrukcji trójkątów Delaunay, umożliwiającej maksymalizację minimalnych kątów trójkątów, a więc zarazem dokonanie optymalnego podziału obszaru szacowania na trójkąty. Zwrócono uwagę na dualną relację zachodzącą między trójkątami Delaunay i wielobokami Voronoi'a.

Dokładność szacowania zasobów w skali lokalnej zbadano dla metody trójkątów i wieloboków, stosując geostatystyczne metody oceny błędów. Oszacowania błędów wykonano w obrębie 5 indywidualnych trójkątów o identycznej powierzchni lecz zróżnicowanej formie (od trójkąta równobocznego do silnie spłaszczonego trójkąta równoramiennego) których wierzchołki zlokalizowane są w punktach rozpoznania złoża. Wykazano znaczący wpływ formy trójkątów na wielkości teoretycznych błędów oszacowania zasobów, a w szczególności na ich wzrost dla trójkątów spłaszczonych. Stwierdzono zbliżoną dokładność oszacowań metodą trójkątów i wieloboków w przypadku dominacji składnika nielosowego zmienności oraz zdecydowaną przewagę metody trójkątów nad metodą wieloboków Voronoi'a w przypadku wzrostu udziału losowego składnika zmienności zasobności.

Dokładność wszystkich pięciu metod szacowania zasobów w skali globalnej przeanalizowano na przykładzie zasobów Cu, stosując narzędzie symulacyjne (metodę Monte Carlo). Założono plan rozpoznania hipotetycznego złoża za pomocą 24 nieregularnie rozmieszczonych punktów rozpoznania (otworów). W każdym z nich symulowano wartości zasobności, powtarzając symulację 1000 razy. Symulację oparto na teoretycznym rozkładzie lognormalnym zasobności Cu, przybliżającym rozkład empiryczny tego parametru w jednym ze złóż KGHM. Wartość oczekiwaną tego rozkładu przyjęto za rzeczywistą średnią zasobność Cu, która po wymnożeniu przez powierzchnię wyznaczyła zasoby referencyjne Cu, do których odnoszono oszacowania zasobów uzyskane dla poszczególnych metod. Poza założonym rozkładem w każdej realizacji symulacji uwzględniono 3 warianty struktury zmienności zasobności jednostkowej Cu reprezentujące:

- zmienność ciągłą – z silną autokorelacją,
- zmienność czysto losową (skokową) – brak autokorelacji,
- mieszaną – z równoważnym udziałem składnika losowego i nielosowego.

Najlepsze rezultaty wśród metod geometrycznych (mierzone liczbą oszacowań zasobów najbliższych referencyjnym) uzyskano dla metody trójkątów Delaunay. Dołączenie do zestawu metod geometrycznych metody średniej zasobności wykazało, że daje ona wyraźnie lepsze rezultaty od wszystkich metod geometrycznych. Pomimo wyraźnej dominacji tej metody statystycznej w liczbie oszacowań najbliższych rzeczywistym, średnie różnice między poszczególnymi oszacowaniami zasobów i ich wielkością rzeczywistą dla wszystkich metod są niewielkie. Należy jednak zaznaczyć, że spośród użytych metod jedynie metoda średniej zasobności daje możliwość oceny błędu oszacowania zasobów i z tego powodu powinna być preferowana.

POTENCJAŁ ODPADÓW POEKSPLOATACYJNYCH I PRZERÓBCZYCH ORAZ FRAKCJI TRUDNO URABIALNYCH W ODZYSKU SUROWCÓW KRYTYCZNYCH W POLSCE – UJĘCIE POGLĄDOWE

Makary Musiałek

Marcin Maksymowicz

Beata Merenda

Maciej Winsche

„Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W obliczu rosnącego zapotrzebowania na surowce krytyczne oraz wdrażania założeń Critical Raw Materials Act (CRMA), coraz większego znaczenia nabierają alternatywne źródła ich pozyskiwania.

Jednym z nich są odpady eksploatacyjne i przeróbcze, a także frakcje trudnozbywalne powstające w sektorze wydobywczym.

W Polsce, ze względu na wieloletnią działalność górnictwą i rozwinięty przemysł surowcowy, zasoby antropogeniczne stanowią istotny, choć nadal niedostatecznie rozpoznany potencjał surowcowy.

Celem niniejszego opracowania jest syntetyczne przedstawienie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego możliwości odzysku surowców krytycznych z wybranych strumieni materiałów. W pracy omówiono znaczenie badań i rozwoju w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym i bezpieczeństwa surowcowego.

Wskazano również na wybrane inicjatywy i projekty badawcze realizowane w tym obszarze, podkreślając ich rolę w rozwoju technologii odzysku i lepszym rozpoznaniu potencjału zasobów antropogenicznych.

Artykuł ma charakter przeglądowy i edukacyjny, stanowiąc próbę uporządkowania pojęć oraz wskazania kierunków dalszych działań w zakresie wykorzystania odpadów jako wtórnego źródła surowców krytycznych w Polsce.

Słowa kluczowe: Critical Raw Materials Act (CRMA), zasoby antropogeniczne, surowce krytyczne, odpady górnicze, odpady przeróbcze, gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ), potencjał surowcowy

Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2026.

WARUNKI RACJONALNOŚCI POSZUKIWAŃ I DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ

Marek Nieć

*Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie,
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

Przedmiotem poszukiwań są złoża, które mogą kwalifikować się do gospodarczego wykorzystania przez ich eksploatację. Każdy ich projekt powinien mieć jasno sformułowany cel i określone oczekiwane wyniki prac, które będą mogły być uznane za zadowalające.

Punktem wyjścia dla prac poszukiwawczych musi być zatem określenie złoża, które jest celem poszukiwań oraz oczekiwane właściwości kopaliny. Dobrze zdefiniowanie obiektu poszukiwań jest podstawowym wymaganiem. Sprowadza się to do sformułowania poglądu odnośnie typu (modelu) złoża, które ma być – lub jest – przedmiotem poszukiwań. Jest to niezbędne dla:

- oceny celowości podjęcia prac,
- oceny szans ich sukcesu (lub ryzyka niepowodzenia),
- doboru metod i sposobu realizacji prac,
- oceny wyników prac (zgodności z oczekiwaniami).

Przez model złoża należy rozumieć koncepcyjny jego obraz tworzony na podstawie zespołu cech charakterystycznych dla grupy znanych złóż podobnego typu. Zasadnicze znaczenie mają modele opisowe złóż, gdyż ich geneza w wielu przypadkach nie jest dostatecznie, w sposób jednoznaczny wyjaśniona i bywa dyskusyjna. Niemniej, zwłaszcza na etapie poszukiwań wstępnych, powinna być brana pod uwagę, gdyż często wyjaśnia warunki występowania złoża lub cechy jego budowy.

Model opisowy złoża określają:

- środowisko skalne w jakim złoża występuje, specyficzne geologiczne warunki występowania,
- forma złoża (bryły złożowej), jej ułożenie w stosunku do skał otaczających,
- rodzaj utworów tworzących złoża i charakterystyczne cechy jego budowy,
- specyficzne cechy składu mineralnego kopaliny, tekstur i struktur kopaliny,
- charakterystyczne właściwości kopaliny charakteryzujące jej użyteczność,
- często charakterystyczne anomalie geofizyczne, geochemiczne, zmiany skał otaczających.

Istotnym uzupełnieniem opisowego modelu złóż są modele ilościowe możliwych zasobów oraz parametrów charakteryzujących jakość kopaliny. Na tej podstawie można oszacować prawdopodobieństwo że poszukiwane złoża będzie określonej wielkości a kopalina o jakości, gwarantującej możliwość jej wykorzystania. Klasyfikacja modeli złóż (w szczególności rud metali) opracowana została przez Służbę Geologiczną Stanów Zjednoczonych A.P. (USGS Mineral Deposit Models).

Określając cel badań geologicznych konieczne jest także zdefiniowanie, co będzie uważane za wynik zadowalający. Przede wszystkim określone powinny być oczekiwane, zadowalające:

- warunki występowania złoża (głębokość położenia, zawodnienie),
- oczekiwane minimalne jego zasoby,
- jakość kopaliny.

Porównanie uzyskanych wyników z oczekiwanymi pozwala na ocenę skali sukcesu lub porażki i ocenę celowości ewentualnego podejmowania dalszych działań.

Jest oczywiste, że ocena taka jest dokonywana w warunkach ogromnej niepewności odnośnie wyników poszukiwań, szczególnie dużej na etapie poszukiwań wstępnych, niemniej zwykle można chociażby w sposób przybliżony oszacować wielkości złoża, którego znalezienie jest możliwe, zwłaszcza wówczas, gdy dysponuje się wynikami wcześniej wykonanych badań. Pozwala także na oszacowanie ryzyka, że planowane prace poszukiwawcze nie będą miały szans powodzenia, bądź też że szanse te będą nikłe.

W projektowaniu i realizacji prac poszukiwawczych określenie modelu złoża, jakie ma być przedmiotem badań, wymaga każdorazowo konfrontacji istniejących lub stwierdzanych danych geologicznych dotyczących obszaru, w którym mają być one realizowane i koncepcyjnych modeli złoża, które w danych warunkach mogą być rozpatrywane.

Przy projektowaniu wstępnych prac poszukiwawczych konieczna jest zatem odpowiedź na cztery podstawowe pytania:

- 1) jaki model złoża może być oczekiwany w danych warunkach geologicznych,
- 2) jakich zasobów można oczekiwać w przypadku stwierdzenia występowania złoża,
- 3) czy wielkość możliwych do odkrycia zasobów uzasadnia celowość podjęcia prac poszukiwawczych i ich finansowania,
- 4) jakie powinny być rozmiary obszaru zajętego przez złożo, o oczekiwanych zasobach i przy przyjęciu określonego jego modelu.

Odpowiedź na ostatnie z tych pytań ma istotne znaczenie:

- dla stwierdzenia, czy istnieją szanse na odkrycie i udokumentowanie złoża o oczekiwanych cechach,
- dla określenia orientacyjnej gęstości miejsc niezbędnych obserwacji i badań (sieci punktów pomiaru albo profili geofizycznych, geochemicznych, otworów wiertniczych).

Należy także ocenić możliwą atrakcyjność górniczą (techniczną) złoża, które może być odkryte, a następnie udokumentowane.

W przypadku zupełnie nowych kopalni wcześniej gospodarczo nie wykorzystywanych, przed podjęciem poszukiwań ich złóż konieczne jest stwierdzenie ich użyteczności, np. w przypadku rud po zastosowaniu odpowiednich metod wzbogacania, lub opracowanie takich metod.

W przypadku stwierdzenia oznak występowania złoża i możliwego miejsca jego lokalizacji przewidywany model i oczekiwana możliwa wielkość złoża mogą decydować o celowości podjęcia kolejnego etapu prac poszukiwawczych szczegółowych. Jeśli są one uwieńczone sukcesem, powinny kończyć się jego udokumentowaniem w kategorii D lub C2.

Na etapie prac rozpoznawczych gdy obecność złoża jest stwierdzona i jest ono wstępnie udokumentowane w kategorii D lub C2. istnieją już dane orientacyjne o jego położeniu, warunkach występowania, możliwej jakości kopaliny oraz wstępnie oszacowane zasoby. Na podstawie tych danych należy odpowiedzieć także na trzy zasadnicze pytania:

- 1) czy celowe jest rozpoznanie złoża, a zatem czy w przypadku podjęcia jego eksploatacji stwarza ono szanse, że będzie ona ekonomicznie uzasadniona (zwykle – czy można oczekiwać określonego zysku z eksploatacji,
- 2) jakie jest ryzyko niepowodzenia prac (stwierdzenia po rozpoznaniu złoża, są jego zasoby, jakość kopaliny lub warunki występowania nie gwarantują gospodarczo uzasadnionej eksploatacji),
- 3) jakie cechy złoża i otaczającego je górotworu wymagają zbadania i z jaką dokładnością umożliwiającą opracowanie projektu zagospodarowania złoża.

Na tym etapie badań konieczne jest zdefiniowanie kryteriów na podstawie których można orzec, że złoża może być przedmiotem eksploatacji w obecnych lub dających się przewidzieć warunkach ekonomicznych. Są to parametry definiujące granice złoża oraz decydujące o możliwości jego eksploatacji: głębokość położenia, miąższość, charakteryzujące jakość kopaliny oraz minimalne zasoby, a także zawodnienie, właściwości fizyczne kopaliny i skał otaczających warunkujące bezpieczeństwo eksploatacji, oraz ogólne warunki dostępności złoża, odpowiednio aktualnie lub w dającej się przewidzieć przyszłości. Tradycyjnie określa się je jako kryteria bilansowości dla złóż, których wykorzystanie aktualnie jest możliwe lub pozabilansowości dla złóż których wykorzystanie można przewidywać w przyszłości (w przypadku parametrów jakości kopaliny zwykle 50-70% niższe od aktualnie przyjmowanych).

Celem szczegółowym prac rozpoznawczych jest zbadanie:

- budowy złoża i warunków jego występowania,
- rodzaju i jakości kopaliny,
- zasobów,
- warunków geologicznych eksploatacji i warunków geologicznych determinujących wpływ eksploatacji na środowisko (hydrogeologicznych, inżyniersko-geologicznych, gazowych, geotermicznych),

z dokładnością do niezbędną dla odpowiedniego planowania, bądź dalszych prac szczegółowych bądź zagospodarowania złoża.

Nieprzestrzeganie przedstawionych wymagań odnośnie prac poszukiwawczych i rozpoznawczych owocuje wykonywaniem nieracjonalnych badań nie prowadzących do odkrycia złoża, stwierdzania złóż nie kwalifikujących się do zagospodarowania lub wykonywanie badań zbędnych powodujących nadmierne koszty realizowanych prac. Historia poszukiwań i rozpoznawania złóż w kraju i za granicą dostarcza takich przykładów.

Zarówno na etapie poszukiwań jak i rozpoznawania złóż dla osiągnięcia ich celu przy możliwie minimalnym nakładzie sił i środków konieczne jest wykonanie niezbędnych badań w miejscach w których można uzyskać odpowiednie informacje o złożu i środowisku jego występowania. Warunkiem jest swobodny dostęp do terenu dla wykonania odpowiednich badań: lokalizacji profili geofizycznych, geochemicznych oraz wykonywania wierceń lub odpowiednich robót górniczych. Ograniczenie tego dostępu powoduje albo uzyskanie niepełnych lub ułomnej informacji geologicznych albo konieczność wykonywania nadmiernych badań w miejscach dostępnych. Kwestię dostępności terenu dla badań geologicznych powinny gwarantować przepisy prawa, w szczególności geologicznego i górniczego.

Ważna jest też elastyczność projektów odpowiednich prac, przewidywanie możliwych wariantów ich realizacji i swoboda ich modyfikacji w zależności od uzyskiwanych wyników. Przepisy prawa nie powinny stwarzać barier w tym zakresie.

GOSPODARKA ZŁOŻAMI KOPALIN SKALNYCH W KOTLINIE SĄDECKIEJ – WCZORAJ I DZIŚ

Barbara Radwanek-Bąk¹

Marek Nieć^{1,2}

¹*Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie*

²*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

Kotlina Sądecka jest jedną z dwóch dużych kotlin śródgórskich województwa małopolskiego. Leży ona u spływu dwóch dużych rzek: Dunajca i Popradu. Jej budowa geologiczna jest zróżnicowana. Podłoże i obrzeża budują skały fliszowe jednostki magurskiej, zaś centralną, najbardziej obniżoną część, wypełniają słodkowodne osady neogeńskie. Najmłodsze są utwory czwartorzędowe, tworzące nieciągłą pokrywę starszych skał. Zróżnicowanie litologiczne utworów budujących Kotlinę Sądecką znajduje odbicie w jej dość bogatym potencjale surowcowym. Występują tu bowiem zarówno złoża piasków i żwirów (głównie żwirów), piaskowców magurskich, stosowanych od lat jako kamienie budowlane i drogowe, jak i dobrej jakości złoża kopalin ilastych ceramiki budowlanej, a także niewielkie złoża węgla brunatnego. Zasoby złóż były wykorzystywane od dawien dawna, a dokumentowane w okresie powojennym, a szczególnie w latach 70 i 80-tych XX w. Wtedy też nastąpił okres ich intensywnej eksploatacji, który trwał jeszcze przez pierwszą dekadę XXI wieku. Zasoby wielu złóż zostały w znacznym stopniu wybrane. Oprócz tej oczywistej przyczyny, o zakończeniu bądź zaniechaniu wydobycia zdecydowały też: postępująca zabudowa terenu i rozwój infrastruktury komunikacyjnej – zwłaszcza na obrzeżach Starego i Nowego Sącza oraz duże rozdrobnienie własności gruntowych, utrudniające racjonalne zagospodarowanie złóż. Obecnie eksploatuje się jedynie złoża tzw. kruszyw naturalnych oraz piaskowce. Znikło wydobycie kopalin ilastych, dzięki którym rejon ten był w niedalekiej jeszcze przeszłości znacznym centrum produkcji szerokiego asortymentu wyrobów ceramiki budowlanej. Znaczenie historyczne ma też eksploatacja węgla brunatnych, prowadzona w przeszłości na niewielką skalę.

Prezentowana praca zawiera swoiste podsumowanie poświęcone potencjałowi surowcowemu Kotliny Sądeckiej i jego wykorzystaniu – w przeszłości i obecnie.

WODY MINERALNE I LECZNICZE DOLINY POPRADU

Lucyna Rajchel

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Wyjątkowo urokliwa dolina rzeki Poprad położona jest w Beskidzie Sądeckim, w Karpatach zewnętrznym, w południowej części płaszczowiny magurskiej, w obrębie dwu jej stref tektoniczno-facjalnych: strefy bystrzyckiej (sądeckiej) i strefy krynickiej zbudowanej z kredowo-paleogeńskich utworów fliszowych.

Dolina Popradu i doliny jego prawobrzeżnych dopływów, to największy i najzasobniejszy rejon występowania wód mineralnych udostępnionych licznymi odwiertami i źródłami udokumentowanymi w 17 miejscowościach. Występują tu wody typu szczawy (wody lecznicze o zawartości od 1 g/dm³ wolnego CO₂) i wody kwasowęglowe (wody lecznicze o zawartości od 0,250 do 0,999 g/dm³ wolnego CO₂). Wody te należą do wód bardzo cennych, a szczawy typu Zuber występujące jedynie w Krynicy –Zdroju do wód unikatowych w skali świata. Z hydrogeologicznego punktu widzenia występowanie omawianych wód związane jest ze spękanymi piaskowcami fliszowymi, sfałdowanymi i pociętymi siecią tektoniki nieciągłej. Szczawy Karpat polskich dzielą się genetycznie na dwie grupy. Są to szczawy zwykłe (proste) płytkiego krążenia, o niskiej mineralizacji, oraz szczawy chlorkowe, głębszych systemów wodonośnych, o wyższej mineralizacji. Chemizm szczaw i wód kwasowęglowych jest kształtowany głównie przez obecność CO₂. Nasycone nim wody stają się agresywne i w czasie swej wędrówki wzbogacają się w składniki mineralne pochodzące z rozpuszczania skał fliszowych.

Omawiany obszar szczyci się mianem Popradzkiego Zagłębia Balneologicznego, i jest to największe i najpopularniejsze w Polsce zagłębie rozlewnicze wód mineralnych i leczniczych. Szczawy i wody kwasowęglowe wykorzystywane są w balneoterapii do kąpieli leczniczych i krenoterapii w uzdrowiskach popradzkich: Piwniczna-Zdrój, Żegiestów-Zdrój, Muszyna-Zdrój i Krynica –Zdrój. Butelkowane są tutaj najbardziej wartościowe wody znane i doceniane nie tylko na obszarze całej Polski, ale również poza jej granicami.

Wiele „dzikich” źródeł w dolinie Popradu udostępnia wody mineralne i lecznicze, które stanowią punkty czerpalne lub są „mini pijalniami”, cennymi dla mieszkańców, turystów i kuracjuszy. Kilka źródeł wód mineralnych (np. w Łomnicy, Wierchomli, Złockiem, Jastrzębiku) zostało objętych prawną ochroną, jako pomniki przyrody nieożywionej, ponieważ posiadają wyjątkowe walory naukowe, balneoterapeutyczne, dydaktyczne, turystyczne, a niektóre również historyczne.

PIASKOWCE MAGURSKIE, SZCZAWY W DOLINIE POPRADU, ŁĄCKIE SADY I... ŚLIWOWICA

Edyta Sermet

Jerzy Górecki

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Piaskowce jednostki magurskiej, tektoniczno-facjalnych stref krynickiej i sądeckiej, są dokumentowane i eksploatowane w kamieniołomach Wierchomli i Barcie z uwagi na ich doskonałe właściwości fizyczno-mechaniczne, lepsze niż w innych miejscach występowania piaskowców karpaccich. Stanowią zatem wartościową kopalinę do produkcji kamieni budowlanych i drogowych, zwłaszcza kruszyw łamanych.

Największym skarbem Beskidu Sądeckiego w granicach Popradzkiego Parku Krajobrazowego, najcenniejszą kopaliną użyteczną doliny Popradu i jego prawobrzeżnych dopływów są szczawy w licznych i bardzo zasobnych złożach wód leczniczych. Występowanie tych wód kojarzymy właśnie z utworami fliszu karpacciego, w tym z atrakcyjnymi surowcowo piaskowcami magurskimi. Szczelinowatość masywu skalnego (silne spękania tektoniczne o dużej miąższości stref przepuszczalnych) decyduje w największym stopniu o warunkach krążenia wód podziemnych, rozpuszczania mineralnych składników stałych i nasycenia wód wolnym (niezwiązanym) CO₂. O ile dla geologów związek geologii złóż kopalin skalnych z hydrogeologią wód podziemnych (w tym mineralnych) jest oczywisty, o tyle skojarzenie „wód kwaśnych” i surowców skalnych z bogatą tradycją sadownictwa w „stolicy krainy sadów” Łącku wymaga od nas podpowiedzi. Ta malownicza wieś w dolinie Dunajca rozdzielającej Beskid Sądecki, Gorce i Beskid Wyspowy słynie z uprawy śliw i jabłoni, a najbardziej spektakularnym produktem regionalnym pozostaje łącka śliwowica, tj. okowita 70% +. Czemu śliwy „wybrały” w Polsce na tę skalę Łącko? Lubią one – podobnie jak i jabłonie – korzystne dla nich pokrywy glebowe, gleby przepuszczalne. Warunek wytworzenia takich gleb spełniają tu holocenijskie pokrywy zwietrzelinowe, najczęściej ostrokrawędziste (z piaskowcami), w mniejszym stopniu ilaste (z łupków) powstałe na utworach fliszowych płaszczowiny magurskiej.

Tak więc uwarunkowania geologiczne i glebowe, kształtujące zresztą walory krajobrazowe spowodowały wraz z pracowitością górali łąckich atrakcyjność tej krainy. A góralską dumą jest ich zaśpiew „*Daje krzepę, krasi lica nasza łącka śliwowica*”.

Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2026.

ZATWIERDZENIE PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH NA POSZUKIWANIE LUB ROZPOZNAWANIE KOPALIN – RAZ JESZCZE

Agata Spiżewska¹

Robert Spiżewski²

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Świętokrzyski, Kielce

² Zakład Nauk o Ziemi (Geokompleks), Kielce

Podjęcie decyzji inwestycyjnej zawsze jest poprzedzone wnikliwą analizą geologiczno-środowiskową szeroko rozumianą, w tym wycucie aktualnego klimatu inwestycyjnego osadzonego w realiach gminy i lokalnej społeczności, który często decyduje o powodzeniu przedsięwzięcia. Projekt robót geologicznych w odniesieniu do złóż kopalin wymienionych w art. 10 ust. 2 i ust. 3 Prawa geologicznego i górniczego (Pgg) jest zatwierdzany w drodze decyzji organu administracji geologicznej – tj. właściwego starosty lub marszałka, przy współdziałaniu właściwego wójta, burmistrza, prezydenta. W obrocie prawnym funkcjonuje również koncesja na poszukiwanie lub rozpoznawanie złoża kopaliny, wymagana wyłącznie w odniesieniu do złóż kopalin o największym znaczeniu gospodarczym (art. 10 ust. 1 Pgg). Organem koncesyjnym jest wówczas właściwy minister do spraw środowiska. Zarówno wniosek o zatwierdzenie projektu, jak i zawartość Projektu robót geologicznych, który jest załącznikiem do wniosku, w zależności od podejścia organu administracji geologicznej w dalszym ciągu budzą dużo kontrowersji i napięć, czy nieporozumień. Czas jego zatwierdzania i możliwość realizacji robót geologicznych zniechęca skutecznie do podejmowania działalności gospodarczej w kraju. Władztwo planistyczne gminy oraz udział organizacji społecznych skutecznie blokuje chęć odbudowy bazy surowcowej i poszukiwanie korzyści gospodarczych z przyszłej, legalnej eksploatacji kopalin. W referacie pokazane zostaną m.in. najczęstsze błędy proceduralne, mające wpływ na realizację przedsięwzięcia.

Słowa kluczowe: Prawo geologiczne i górnicze, decyzja zatwierdzająca projekt robót geologicznych.

SPADEK I WZROST ZNACZENIA GÓRNICTWA ODKRYWKOWEGO

Transformacja polskiego górnictwa odkrywkowego: Od wydobycia kopalin masowych ku zaawansowanemu odzyskowi surowców strategicznych w dobie transformacji energetycznej i regresu infrastrukturalnego

Jan Stefanowicz

Kancelaria Juris Sp. z o.o., Warszawa

Koncentrując się na punkcie styku kryzysu tradycyjnego budownictwa drogowego (spadek popytu na kruszywa) z kryzysem energetycznym (wygaszanie węgla), w przekonaniu Autora powstają unikalne warunki do przeprowadzenia „Wielkiego Skoku” technologicznego w polskim górnictwie odkrywkowym.

Autor wskazuje na konieczność głębokiej redefinicji sektora górnictwa odkrywkowego w obliczu nakładających się zjawisk: wygaszania wydobycia węgla brunatnego oraz prognozowanego spadku zapotrzebowania na kruszywa naturalne wywołanego ograniczeniem inwestycji w infrastrukturę drogową (autostrady, drogi klasy S i lokalne). Autor stawia tezę, że transformacja i dalszy rozwój branży zależą od przejścia na wyższy poziom technologiczny, gdzie kopalnia staje się multisurowcowym zakładem przeróbczym. Autor wskazuje jednak przy tym na bariery prawne i praktykę, zwyczaje, konserwatyzm w postrzeganiu górotworu z perspektywy surowców energetycznych.

Kluczowym elementem proponowanej strategii jest eksploatacja zasobów żwirów i piasków, antropogenicznych i nadkładu pod kątem pozyskiwania pierwiastków śladowych, krytycznych i kluczowych, współwystępujących, takich jak lit, ren, german oraz metale ziem rzadkich (itr, neodym, praeodym, iterb, terb), których ceny i strategiczne znaczenie na rynkach technologii obronnych i kosmicznych oraz OZE dynamicznie rosną.

Konieczna i nieunikniona głęboka transformacja górnictwa odkrywkowego będzie możliwa pod warunkiem przeprowadzenia równie niezbędnych zmian w prawie geologicznym i górnictwym, jak i zagospodarowania przestrzennego oraz ochrony środowiska, a likwidacja barier i zmiana kluczowych uwarunkowań prawnych w procedurach zdecydują o tym, czy utracimy szansę na wejście do czołówki w Europie, jak i na świecie, innowacyjnych gospodarek opartych na potencjale technologiczno-surowcowym.

Implementacja innowacyjnych technologii, w tym selektywnej adhezji, może stać się „lokomotywą” dla krajowych nauk użytecznych, wymuszając fuzję przemysłu wydobywczego z jednostkami badawczo-rozwojowymi i uczelniami wyższymi. Proponowany model transformacji zdaniem Autora nie tylko zabezpiecza bazę zasobową państwa zgodnie z wytycznymi CRMA,

ale również generuje nową wartość dodaną, przekształcając tradycyjne odkrywki w zaawansowane ogniwa gospodarki opartej na wiedzy.

Podstawowe bariery prawne to: brak regulacji rozpoznawania, dokumentowania i reklasyfikacji złóż antropogenicznych, w tym w szczególności wielosuwrowcowych (jednocześnie z własnością prywatną, samorządową, Skarbu Państwa), transformacji kopalń, rozpoznawania złóż dokumentowanych w latach 60-90 XX w. i ich ochrony do czasu szerokiego reprocessingu przy analizie pobranych próbek aktualnie, jak i z zachowanych rdzeni. Barię jest brak zdefiniowania obszarów lub/i złóż perspektywicznych i prognostycznych, a także płynnych przekształceń koncesji dla PRG, reklasyfikacji złóż i pzz dla zachowania ciągłości funkcjonowania zakładów górniczych i utrzymania finansowania inwestycji w nowe technologie.

Autor przedstawia też symulację sugerowanych rozwiązań z chwilą zniesienia barier prawnych w postaci case study dla kopalni piasków lub na hałdzie.

Autor analizując dokonuje swojej oceny i formułuje rekomendacje wskazując na:

- Synergię negatywów: Wykorzystanie dwóch problemów (koniec węgla i koniec boomu na drogi) do stworzenia jednego, nowoczesnego rozwiązania. To wpisuje się w aksjologię wprowadzaną w UE w komitetach sterujących i ministerstwach;
- Nauka jako napęd: Wskazanie na fuzję przemysłu i nauki otwiera drzwi do szerokiego strumienia finansowania z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji oraz funduszy Horyzont Europa (Horizon Europe);
- Wartość finansowa: Przejście z marży na tonie piasku na marżę na gramie/kilogramie złota, terbu czy itru radykalnie zmienia profil wyceny spółek górniczych na WGPW (z old economy na deep tech).

Szersze przedstawienie analiz, źródeł danych i rekomendacji w artykule oraz prezentacji.

„Pełny tekst opublikowano w *Górnictwie Odkrywkowym* nr 1, Wrocław 2026”.

CZY I DLACZEGO PROGRAM POSZUKIWAŃ SUROWCÓW KRYTYCZNYCH WPŁYWA NA POTRZEBY ZMIAN W METODYCE DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ KOPALIN

Krzysztof Szamalek^{1,2}

Karol Zglinicki²

¹*Uniwersytet Warszawski Wydział Geologii*

²*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

Dostęp do surowców mineralnych jest niezbędnym warunkiem utrzymania i rozwoju poziomu zabezpieczenia potrzeb gospodarki, przemysłu oraz społeczeństw. Nierównomierność rozmieszczenia złóż będących źródłem pozyskiwania surowców krytycznych powoduje naturalne bariery w zaspokajaniu popytu poprzez tworzenie monopolu bądź oligopolu producentów surowców krytycznych. Nowoczesne społeczeństwa i ich gospodarki są największymi konsumentami surowców krytycznych, jednak największymi producentami są kraje słabiej rozwinięte (z Afryki, Azji czy Ameryki Płd.) lub o odmiennym od większości krajów świata systemie polityczno-gospodarczym (Chiny).

Wojna Rosji z Ukrainą uwidacznia zależność możliwości prowadzenia działań zbrojnych nowoczesnej armii od dostępu do wystarczającej ilościowo i jakościowo grupy surowców krytycznych. Uznanie określonego surowca mineralnego za krytyczny czy strategiczny jest w poszczególnych krajach zróżnicowane. Różnice te są szczególnie widoczne w porównaniu USA, UE czy Rosji. USA są znaczącym producentem wielu surowców krytycznych dla amerykańskiej gospodarki, ale w zakresie REE są zależne w dużym stopniu od dostaw głównie z Chin. Surowce krytyczne dla USA nie są tożsame w pełni z listą surowców krytycznych UE.

Lista surowców krytycznych UE (modyfikowana w miarę potrzeby) nie jest tożsama z surowcami krytycznymi dla Polski. W Polsce używa się poza terminem krytyczne także pojęcie surowców krytycznych. Definicja krytyczności wymaga jeszcze dalszego procesu doprecyzowania i regulacji legislacyjnej. Krytyczność może być rozważana w aspekcie lokalnym (dla każdego państwa), regionalnym (organizacji państw np. UE) czy globalnym. Może być także rozważana w sensie czasowym (zmiana w zależności od rozwoju technologicznego i cywilizacyjnego) lub kontekście historycznym (np. krzemień jako surowiec krytyczny w epoce kamienia).

Unia Europejska nie jest już tak znaczącym producentem górniczym szeregu kopalin do pozyskania z nich surowców krytycznych. Jednocześnie UE uzależniona jest od łańcucha dostaw surowców krytycznych od szeregu dostawców, w tym o niestabilnej sytuacji politycznej czy gospodarczej. W celu zmniejszenia zagrożenia dostaw surowców krytycznych UE przyjęła

rozporządzenie parlamentu europejskiego i rady w sprawie (...) zapewnienia dostaw surowców krytycznych (...). Istotą rozporządzenia UE zgodnie z art. 19 jest opracowanie przez kraje członkowskie krajowych programów poszukiwań ukierunkowanych na surowce krytyczne i kopaliny służące do pozyskania surowców krytycznych. Te programy krajowe będą poddane przeglądowi co najmniej co 5 lat (i ewentualnie aktualizowane). PIG-PIB na zlecenie Głównego Geologa Kraju opracował (w kooperacji z AGH, Uniwersytetem Warszawskim, Uniwersytetem Wrocławskim oraz Instytutem Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie) w 2024 r. projekt Krajowego Programu Poszukiwań Surowców Krytycznych (ściślej kopalin do pozyskania surowców krytycznych). Minister Środowiska i Klimatu prześle w 2025 roku ten program do oceny w Brukseli. Realizacja KPP nastąpi po uzgodnieniu z UE kierunków i zakresu działania, zaś środki na prace geologiczne mają pochodzić ze środków ujętych w specjalnej ustawie (znajduje się w procesie legislacyjnym).

PARKI KRAJOBRAZOWE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO, ROLA I FUNKCJONOWANIE NA TLE INNYCH FORM OCHRONY PRZYRODY. WARTOŚCI PRZYRODNICZE, HISTORYCZNE, KULTUROWE I KRAJOBRAZOWE POPRADZKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO

Anna Świsterska

Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego

Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego jest jednostką budżetową samorządu Województwa Małopolskiego powstałą 30 stycznia 2009 r. w wyniku połączenia trzech oddzielnych jednostek. W skład ZPKWM wchodzi 11 parków krajobrazowych, w tym Popradzki Park Krajobrazowy, który jest terenem o niezwykłych wartościach przyrodniczych, historycznych i krajobrazowych. Malownicze doliny Dunajca i Popradu, zalesione pasma górskie Radziejowej i Jaworzyny Krynickiej, a także bogactwo przyrodnicze to podstawowe walory, którymi Park ten może się poszczycić. Miarą jego wartości niech będzie fakt utworzenia obszaru Natura 2000 „Ostoja Popradzka” w znacznym stopniu pokrywającego się z obszarem Popradzkiego Parku Krajobrazowego. Jeśli dołożymy do tego uzdrowiska słynące z wód leczniczych, otrzymamy jeden z najbardziej atrakcyjnych terenów w Polsce.

Powołany do życia Popradzki Park Krajobrazowy jest największym tego typu parkiem w Małopolsce i jednym z największych w Polsce. Obejmuje większość Beskidu Sądeckiego. Rozciąga się od Krynicy i Tylicza na wschodzie po Krościenko i Łącko na zachodzie oraz od Starego Sącza na północy po granicę ze Słowacją na południu.

Nazwa Parku związana jest z położeniem jego części w znanej i bardzo cennej przyrodniczo Dolinie Popradu.

INTEGRACJA DANYCH O ZRÓŻNICOWANEJ JAKOŚCI W SZACOWANIU ZASOBÓW – ZASTOSOWANIE METOD GEOSTATYSTYCZNYCH

Monika Wasilewska-Błaszczyk¹

Jacek Mucha¹

Peter Baláž²

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

²Interoceanmetal Joint Organization, Szczecin

Szacowanie zasobów złóż i ich jakości bardzo często opiera się na danych obarczonych różnym poziomem niepewności, wynikającym z odmiennego sposobu pozyskania informacji, dokładności pomiaru lub pośredniego charakteru informacji. Dane te mogą różnić się wiarygodnością i rozmieszczeniem przestrzennym; niższa jakość obserwacji nie oznacza jednak braku wartości informacyjnej, lecz konieczność jej kontrolowanego uwzględnienia w estymacji.

W klasycznych podejściach estymacyjnych brak jawnego rozróżnienia wiarygodności obserwacji może prowadzić do sytuacji, w której informacje obciążone większą niepewnością w sposób niekontrolowany wpływają na wynik szacowania. Rodzi to zasadniczy problem metodyczny: w jaki sposób łączyć obserwacje o zróżnicowanej wiarygodności, tak aby wykorzystać cały dostępny potencjał informacyjny danych, przy jednoczesnym zachowaniu wiarygodności szacowanych zasobów złoża czy jego parametrów jakościowych?

W takich warunkach zasadne jest zastosowanie metod geostatystycznych umożliwiających estymację przestrzenną z uwzględnieniem zróżnicowanej wiarygodności danych wejściowych. Jednym z takich podejść jest kriging zwyczajny z uwzględnieniem wariancji błędu pomiaru, oparty na modelowaniu przestrzennej struktury zmienności badanego zjawiska za pomocą funkcji wariogramu (lub równoważnie funkcji kowariancji). W tej metodzie błąd obserwacji, wynikający z jakości danych, traktowany jest jako losowa składowa nieskorelowana przestrzennie i wprowadzany do układu równań krigingu w postaci dodatkowej wariancji przypisanej poszczególnym pomiarom. Takie ujęcie pozwala na zróżnicowanie wag przypisywanych obserwacjom w zależności od ich niepewności, bez konieczności eliminowania danych obarczonych większym błędem pomiaru.

Zastosowanie tego podejścia pokazano na przykładzie estymacji zasobności konkretacji polimetalicznych w obszarze InterOceanmetal (CCZ), gdzie dostępne informacje charakteryzowały się wyraźnie zróżnicowaną wiarygodnością. Zasobność konkretacji polimetalicznych została określona z wykorzystaniem bezpośrednich oznaczeń masy konkretacji na jednostkę powierzchni

dna, uzyskanych z opróbowania za pomocą próbników skrzynkowych (boxcorer), oraz pośrednich oszacowań zasobności konkrecji wyznaczonych z dokumentacji fotograficznej dna morskiego, w oparciu o modele regresji. Dane z opróbowania bezpośredniego (boxcorer) dostarczały wiarygodnej informacji punktowej, lecz ich rozmieszczenie przestrzenne było rzadkie i niewystarczające do opisu zmienności lokalnej, natomiast dane fotograficzne zapewniały istotnie gęstsze pokrycie przestrzenne obszaru, kosztem zwiększonej niepewności wyznaczenia wartości zasobności konkrecji. W konsekwencji współwystępowały obserwacje opisujące to samo zjawisko, lecz cechujące się istotnie różną jakością.

Zastosowanie krigingu z wariancją błędu pomiaru było w tym przypadku uzasadnione wyraźnymi różnicami właściwości statystycznych i geostatystycznych obu zbiorów danych. Dane z próbników skrzynkowych charakteryzowały się umiarkowaną zmiennością ($CV < 30\%$) oraz stabilną strukturą ciągłości przestrzennej, natomiast oszacowania zasobności konkrecji oparte na fotografii dna wykazywały ponad dwukrotnie większą zmienność ($CV > 50\%$) oraz silniejszy składnik losowy zmienności. Jednocześnie analiza wariogramów i funkcji krzyżowych potwierdziła dodatnią współzależność przestrzenną pomiędzy tymi danymi, wskazując, że oba zbiory opisują to samo zjawisko przestrzenne, lecz z różnym poziomem niepewności obserwacyjnej. Zwiększoną zmienność danych pomocniczych potraktowano jako częściowo wynikającą z niepewności pomiaru i odpowiednio zniwelowano jej wpływ redukując wagi krigingu podczas szacowania zasobności konkrecji.

Uzyskane wyniki wskazują, że wpływ danych fotograficznych na obraz przestrzenny zasobności ma charakter lokalny, a nie globalny, co potwierdza kontrolowany sposób ich włączenia do estymacji. Zmiany wynikające z integracji koncentrują się przede wszystkim w obszarach pomiędzy punktami bezpośredniego opróbowania, podczas gdy regionalne trendy zasobności pozostają zgodne z tymi wyznaczonymi na podstawie danych o wyższej jakości. Ponadto wykazano, że włączenie informacji pośredniej prowadzi do obniżenia niepewności estymacji blokowej.

Przedstawione podejście wskazuje, że dane o niższej wiarygodności nie muszą być eliminowane z procesu szacowania zasobów, o ile ich rola i jakość są formalnie uwzględnione w estymatorze. Metody geostatystyczne, takie jak kriging z wariancją błędu pomiaru, umożliwiają rozdzielenie zmienności wynikającej z natury złoża od zmienności związanej z niepewnością dodatkowych danych wejściowych. Takie podejście znajduje zastosowanie nie tylko w badaniach nad konkrecjami polimetalicznymi, lecz także w szerszym kontekście szacowania zasobów i parametrów jakościowych złóż, w których dostępne dane różnią się wiarygodnością, kompletnością lub sposobem pozyskania.

METODYKA DOKUMENTOWANIA SUROWCÓW KRYTYCZNYCH W ODPADACH GÓRNICZYCH W KONTEKŚCIE ART. 27 ROZPORZĄDZENIA O SUROWCACH KRYTYCZNYCH

Karol Zglinicki¹

Krzysztof Szamałek^{1,2}

¹*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie*

²*Uniwersytet Warszawski Wydział Geologii*

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1252 w sprawie ustanowienia ram na potrzeby zapewnienia bezpiecznych i zrównoważonych dostaw surowców krytycznych (Critical Raw Materials Act – CRMA) stanowi kluczowy fundament polityki surowcowej Unii Europejskiej. Akt ten jest ukierunkowany na radykalne zwiększenie autonomii strategicznej wspólnoty poprzez systemową dywersyfikację źródeł, skrócenie łańcuchów dostaw oraz stymulację rozwoju wewnętrznego potencjału wydobywczego i przetwórczego. Głównym celem rozporządzenia jest minimalizacja ryzyk geopolitycznych w łańcuchach dostaw surowców mineralnych poprzez budowę odpornych struktur gospodarczych (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady, 2024). Unijny akt wyznacza ambitne progi referencyjne, zakładając m.in., aby do 2030 roku co najmniej 25% rocznego zużycia surowców strategicznych w UE pochodziło z recyklingu i odzysku. Komplementarnym dokumentem krajowym do Rozporządzenia UE jest „Polityka Surowcowa Państwa” (PSP 2050; Uchwała, 2022), stanowiąca wieloletnią strategię zapewnienia bezpieczeństwa mineralnego Polski, kładącą szczególny nacisk na gospodarkę o obiegu zamkniętym (GOZ) i pozyskiwanie pierwiastków towarzyszących oraz surowców z odpadów wydobywczych.

Polska, jako kraj o wielowiekowej i bogatej tradycji górnictwa kruszcowego, węglowego, solnego oraz skalnego, posiada tysiące obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych (OUOW), takich jak hałdy skały płonnej czy osadniki poflotacyjne. Obiekty te w przeszłości były projektowane i eksploatowane wyłącznie pod kątem bezpiecznego, długoterminowego składowania materiału uznawanego wówczas za nieużyteczny (płonny). W ówczesnych realiach rynkowych oraz stanie technologii przeróbczych, koncentracje takich pierwiastków jak kobalt, lit, ind, gal czy metale ziem rzadkich (REE), w odpadach wydobywczych nie stanowiły przedmiotu zainteresowania ekonomicznego ani geologicznego. Obecnie, w świetle przepisów CRMA (w szczególności Art. 27, dotyczącego odzyskiwania surowców z odpadów), obiekty te muszą zostać poddane ponownej, systematycznej ocenie zasobowej. Dotychczasowa praktyka dokumentacyjna w Polsce koncentrowała się niemal wyłącznie na monitoringu środowisko-

wym (stateczność, pylenie, odcieki) lub na wykorzystaniu odpadów w formie niskoprzetworzonych kruszyw budowlanych i materiałów do niwelacji terenu. Implementacja aktu o surowcach krytycznych drastycznie zmienia ten paradygmat, nakładając na przedsiębiorców oraz administrację geologiczną zupełnie nowe zobowiązania badawcze i sprawozdawcze.

Kluczowe wyzwania wynikające z tekstu art. 27 rozporządzenia można podzielić na dwa obszary: cel badania (identyfikacja potencjału) oraz rygorystyczną zawartość merytoryczną raportu. Zgodnie z nowymi przepisami, operatorzy obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych objętych zakresem rozporządzenia są zobowiązani do przedłożenia właściwym organom administracji geologicznej (właściwym miejscowo marszałkom województw) raportu zawierającego szczegółową analizę zawartości surowców krytycznych oraz ocenę ekonomiczno-techniczną odzysku w terminie do 24 listopada 2026 r. Obowiązek ten dotyczy zarówno odpadów już składowanych (zasoby historyczne), jak i tych wytwarzanych na bieżąco w procesach przeróbki lub wzbogacania. Ustawodawca dopuszcza zwolnienie z powyższych obowiązków jedynie w przypadku, gdy podmiot wykaże przed właściwym organem „z *wysokim stopniem pewności*”, że odpady wydobywcze nie zawierają surowców krytycznych możliwych do odzyskania, biorąc pod uwagę zarówno aspekty techniczne, jak i ekonomiczne. Zapis ten generuje szereg problemów interpretacyjnych i metodycznych. W praktyce geologicznej udowodnienie tzw. „dowodu negatywnego” (nieobecności surowca) w obiekcie o znacznej objętości może być procesem trudniejszym i bardziej kosztownym niż potwierdzenie jego występowania. Brak stwierdzenia zawartości surowców krytycznych może bowiem wynikać nie z ich faktycznej nieobecności, lecz z błędów zbyt rzadkiego opróbowania, niewłaściwej metodyki poboru próbek lub zbyt wysokich granic oznaczalności metod analitycznych. Wymaga to od przedsiębiorcy przedstawienia wyczerpującego opisu budowy geologicznej złoża, analizy potencjalnych procesów metalogenezy, oraz zestawienia wszystkich dostępnych danych historycznych (geochemicznych i mineralogicznych) z procesu dokumentowania złoża, jak i eksploatacji i przeróbki. Ważnym aspektem praktycznym jest fakt, że przedsiębiorca nie jest zobligowany do wykonywania pełnej analizy chemicznej wszystkich 34 surowców krytycznych wymienionych w rozporządzeniu dla każdej pobranej próbki. Zakres oznaczanych pierwiastków może zostać racjonalnie ograniczony na podstawie rzetelnej analizy kontekstu geologicznego złoża, danych historycznych i literaturowych dotyczących obszaru badań. Jeśli budowa geologiczna i typ mineralizacji wykluczają występowanie określonych pierwiastków, przedsiębiorca może dokonać selekcji tzw. pierwiastków wskaźnikowych, co pozwala na optymalizację kosztów badań laboratoryjnych przy zachowaniu rygoru naukowego.

Pojęcie „wysokiego stopnia pewności” nie zostało w rozporządzeniu doprecyzowane poprzez wartości liczbowe, co wymusza odniesienie do uznanych standardów międzynarodowych. W ramowej klasyfikacji zasobów ONZ (UNFC) wysoki stopień pewności geologicznej odpowiada kategorii G1 (zasoby rozpoznane). W przypadku obiektów antropogenicznych (hałd), uzyskanie tego poziomu wymagać będzie gęstego, systematycznego opróbowania w siatce geometrycznej oraz wdrożenia zaawansowanych procedur zapewnienia i kontroli jakości (QA/QC). Brak pełnej korelacji polskich przepisów z klasyfikacją UNFC oraz brak szczegółowych wytycznych krajowych może prowadzić do subiektywnych ocen organów administracji, co istotnie zwiększa ryzyko inwestycyjne i prawne podmiotów gospodarczych.

W praktyce geologicznej wyznaczenie optymalnej gęstości siatki opróbowania jest kluczowe dla uzyskania wymaganej pewności. Wzorując się na zwalidowanych strategiach badawczych

amerykańskiej i fińskiej służby geologicznej (np. Campbell i in., 2025; Hokka i in., 2026), zaleca się stosowanie modelu etapowego. Faza I (Screening) ma na celu weryfikację archiwalnych danych procesowych oraz potwierdzenie obecności anomalii geochemicznych przy użyciu rzadszej siatki punktów lub linii profilowych. Jeżeli wyniki wykażą potencjał surowcowy, konieczne jest przejście do Fazy II, polegającej na zagęszczeniu siatki (np. z kroku 200×200 m do 25×25 m lub gęściej, zależnie od morfologii obiektu), co pozwala na precyzyjne przestrzenne modelowanie zasobów i ich kategoryzację. Liczba próbek nie jest stała; musi ona wynikać z analizy heterogeniczności materiału składowanego w OUOW. W przypadku hałd skały płonnej, gdzie zmienność koncentracji pierwiastków śladowych bywa skrajna (np. w wyniku segregacji grawitacyjnej przy sypaniu hałdy), jedyną metodą ograniczenia błędu oszacowania jest stosowanie gęstszej siatki otworów/wkopów w połączeniu z poborem próbek zbiorczych. Każda dokumentacja musi zawierać statystyczne uzasadnienie wybranej metodyki, co stanowi bezpośrednią realizację obowiązku wskazania metodologii zawartego w Art. 27 ust. 2 CRMA. Kluczowym filarem wiarygodności raportu jest precyzja analityczna. Fundamentem staje się tutaj właściwy wybór metody preparatyki próbek, która w przypadku surowców krytycznych często występujących w minerałach odpornych (np. monacyt, cyrkon, kasyteryt), decyduje o poprawności wyniku. Realizacja wymogów CRMA wymusza odejście od metod częściowego roztwarzania na rzecz metod „całkowitych” (ang. *total digestion*). Najwyższą wiarygodność gwarantuje stapianie próbki z boranem litu a następnie roztwarzanie w kombinacji czterech kwasów ($\text{HCl-HNO}_3\text{-HClO}_4\text{-HF}$) przed analizą ICP-MS lub ICP-OES. Tylko takie agresywne podejście pozwala na pełne uwolnienie pierwiastków zamkniętych w strukturach krzemianowych, co jest niezbędne do rzetelnego raportowania zasobów i uniknięcia niedoszacowania potencjału ekonomicznego. Wymóg „wysokiego stopnia pewności” de facto obliguje do korzystania z usług laboratoriów posiadających akredytację zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025. Należy zauważyć, że polskie jednostki badawcze mogą nie posiadać akredytacji na pełne spektrum 34 surowców wymienionych w załącznikach do CRMA. W takich przypadkach, dla zapewnienia pełnej transparentności i uniknięcia zarzutów o brak rzetelności, zasadne jest korzystanie z usług renomowanych laboratoriów komercyjnych posiadających globalną certyfikację i dostęp do certyfikowanych materiałów odniesienia. Stosowanie ślepych prób, duplikatów oraz monitorowanie dokładności za pomocą wzorców, co stanowić będzie najsilniejszy argument przedsiębiorcy w procesie dowodowym przed organami nadzoru.

Ostatnim, lecz równie istotnym wyzwaniem jest zdefiniowanie punktu odniesienia dla mierzonych koncentracji. O ile w fazie wstępnej (screening) operuje się pojęciem tła geochemicznego, o tyle w procesie inwentaryzacji zasobowej jedynym miarodajnym parametrem musi być ekonomiczny próg odcięcia koncentracji metali (*cut-off grade*). Wstępna ocena ekonomiczna wymagana przez rozporządzenie wymusza dynamiczne podejście: koncentracje pierwiastków uznawane za śladowe lub pozabilansowe w złożu pierwotnym mogą zyskać status koncentracji bilansowych w obiekcie antropogenicznym (odpadowym). Wynika to z faktu, że materiał ten jest już wydobyty i rozdrobniony, co eliminuje ogromne koszty eksploatacji górniczej. Ponadto analiza ekonomiczna powinna uwzględniać tzw. „premię strategiczną” oraz korzyści środowiskowe wynikające z jednoczesnej rekultywacji i likwidacji hałd, co wpisuje się w nadrzędny cel budowy zrównoważonego bezpieczeństwa surowcowego Unii Europejskiej.

Najważniejszym przesłaniem Rozporządzenia jest ukazanie perspektywy konieczności rozwoju mineralnego przemysłu wydobywczego i przetwórczego, co otwiera nowe perspektywy w zakresie funkcjonowania sektora geologicznego i górniczego. Dotyczy to zasobów kształcenia kadr w tym zakresie, jak i rynku pracy dla absolwentów.

Literatura:

1. Campbell, K. M., Seal, R. R., Piatak, N. M., Azain, J. S., Morrison, J. M., White, S. J., Manning, A. H., Walton-Day, K., Holloway, J. M., Wang, B. (2025). Earth Mapping Resources Initiative protocols – Sampling hard-rock mine waste and perpetual mine water sources. U.S. Geological Survey, Scientific Investigations Report 2025–5068.
2. Hokka, J., Karlsson, T., Eloranta, T., Tornivaara, A., Leskelä, T., Nurmilaukas, O., Kivinen, M., Taskinen, A. (2026). Extractive waste recovery assessment and UNFC classification in the Geological Survey of Finland (GTK): Guidelines in the framework of the CRM Act. Geological Survey of Finland.
3. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1252 z dnia 11 kwietnia 2024 r. ustanawiające ramy na rzecz zapewnienia bezpiecznych i zrównoważonych dostaw surowców krytycznych oraz zmieniające rozporządzenia (UE) nr 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 i (UE) 2019/1020 (Dz.U. UE L 2024/1252 z 3.05.2024).
4. Uchwała nr 39 Rady Ministrów z dnia 1 marca 2022 r. w sprawie przyjęcia „Polityki Surowcowej Państwa” (M.P. 2022, poz. 371).

ZALETY SELEKTYWNEJ EKSPLOATACJI I SELEKTYWNEJ FLOTACJI WYNIKAJĄCE Z BUDOWY ZŁOŻA RUD MIEDZI I SREBRA NOWA SÓL

Krzysztof Zieliński¹

Stanisław Speczik^{1,2}

Agnieszka Wrzosek^{1,2}

Tomasz Bieńko¹

¹*Mozów Copper Sp. z o.o., Warszawa*

²*Uniwersytet Warszawski*

Głębokie złoża rud Cu-Ag Nowa Sól położone jest w tzw. północnym pasie miedziowym na monoklinie przedsudeckiej. Jest to złożo udokumentowane w kategorii C₁, dla którego aktualnie sporządzany jest projekt zagospodarowania. Według przygotowanych wstępnych założeń dla tego projektu, planowany jest rozdział złoża na dwa odrębne zakłady górnicze ze względu na jego dwuczęściową budowę. Na południu dominuje ruda łupkowa i węglanowa, które wspólnie stanowią 74% całości zasobów w tej części złoża. Z kolei w części północnej 88% zasobów stanowi ruda piaskowcowa. Zgodnie z tym podziałem planowana jest także konstrukcja dwóch zakładów flotacyjnej przeróbki rudy. Północny wzbogacać będzie rudę piaskowcową, a południowy skoncentruje się na rudzie łupkowo-węglanowej, przy czym ruda nieprzerabiana w danym zakładzie transportowana będzie do drugiego zakładu. Mielenie bardziej kruchej rudy piaskowcowej w części północnej wiązać się będzie z mniejszymi wydatkami energetycznymi, a tym samym mniejszym kosztem procesu. Planowana selektywna flotacja pozwoli także na odzyskiwanie w każdym z zakładów innych cennych pierwiastków towarzyszących, których koncentracje również różnią się między północną a południową częścią złoża.

CZYNNIKI GEOLOGICZNE KSZTAŁTUJĄCE ROZMIESZCZENIE PASÓW MIEDZIONOŚNYCH W CECHSZTYŃSKIEJ SERII MIEDZIONOŚNEJ W POLSCE – POSTER

Andrzej Chmielewski

Sławomir Oszczepalski

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie

Pasy miedzionośne w cechsztyńskiej serii miedzionośnej stanowią główną perspektywę dla dalszego rozwoju wydobywania rud miedzi i srebra, oferując potencjał do udokumentowania nowych złóż. Omówiono geologiczne uwarunkowania tych pasów oraz ich rolę w efektywnych poszukiwaniach nowych zasobów rud Cu-Ag.

Cechsztyńska seria miedzionośna w Polsce należy do najważniejszych formacji metalogenicznych kraju, wyróżniając się wysokimi koncentracjami miedzi i srebra. Najbogatsze ciała rudne zlokalizowane są w obrębie tej serii po redukcyjnej stronie granicy dzielącej kontynentalne utwory czerwonego spągowca i morskie osady najniższego cechsztynu. Dotychczasowe prace badawcze jednoznacznie wskazują, że w obrębie omawianej serii zachodziły procesy odpowiedzialne za powstanie mineralizacji rudnej o znaczeniu ekonomicznym, wywołane przez niskotemperaturowe, utleniające metalonośne solanki basenowe o wysokiej zawartości chlorków.

Wyniki archiwalnych i współczesnych prac badawczo-poszukiwawczych, prowadzonych poza obszarem udokumentowanych złóż w rejonie Nowego Zagłębia Miedziowego, dostarczają dowodów na występowanie znacznych zasobów perspektywicznych dla rud Cu-Ag. Mineralizacja kruszczowa koncentruje się przede wszystkim w strefach brzeżnych obszarów utlenionych (*Rote Fäule*), wzdłuż których rozwinęły się rozległe pasy miedzionośne o znaczącym potencjale zasobowym. Ich związek ze strefami utlenionymi stanowi zasadnicze kryterium w identyfikacji nowych obszarów perspektywicznych, a rozpoznanie wielkoskalowych wzorców strefowości metalicznej stało się kluczowym czynnikiem w doskonaleniu strategii poszukiwawczych.

Zróznicowanie mineralogiczne i geochemiczne w pasach miedzionośnych jest bezpośrednim odzwierciedleniem gradientów geochemicznych, charakterystyki litologicznej osadów oraz kierunków migracji roztworów mineralizujących. Najbliżej stref utlenionych powstały ciała kruszczowe, zdominowane przez siarczki miedzi, przede wszystkim w postaci asocjacji chalcokozynowo-bornitowej, natomiast dalej rozwinęła się asocjacja bornitowo-chalkopirytowa, zastępowana stopniowo bardziej zróżnicowanymi asocjacjami polimetalicznymi typu Cu-Pb-Zn, które w dystalnych częściach systemu mineralizacyjnego ustępują asocjacji galeny, sfalerytu i pirytu. Regularność dystrybucji, wyrażona w postaci strefowości metalicznej (zaczynając od

strefy utlenionej: Fe^{3+} (hematyt) – Cu-Ag, Pb-Zn, Fe^{2+} (piryt)), umożliwia identyfikację prospektów najbardziej wartościowych pod względem ekonomicznym.

Architektura pasów miedzionośnych jest bezpośrednią pochodną geometrii frontu utlenionego. Rozmieszczenie pasów determinuje nie tylko gradient geochemiczny, lecz także lokalne uwarunkowania strukturalne, które mogą wprowadzać złożoność w obraz regionalnej strefowości mineralizacji kruszczowej. Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, w południowej części monokliny przedsudeckiej wyznaczono dwa główne pasy miedzionośne: Lubin-Mozów oraz Sulmierzyce-Dębica, które uzupełniają cztery mniejsze pasy miedzionośne, zlokalizowane w obrębie perykliny Żar (Czeklin-Żarków, Żary, Nowiny) oraz w synklinorium północnosudeckim (Konrad-Lena). W północnej części monokliny przedsudeckiej, kilka obszarów perspektywicznych związanych jest z północnymi skłonami paleowyniesienia Wolsztyn-Pogorzela, gdzie wyróżnia się dominujący pas miedzionośny Kaleje-Żerków.

Integracja danych geologicznych, uzyskanych z rozpoznanych obszarów perspektywicznych wraz z analizą ustalonych wzorców mineralizacji Cu-Ag, umożliwiła precyzyjne ukierunkowanie dotychczasowych prac poszukiwawczych. W ostatnich latach połączenie kryteriów litologicznych, strukturalnych oraz petrograficzno-geochemicznych umożliwiło zidentyfikowanie przede wszystkim w obrębie pasów miedzionośnych 36 nowych obszarów perspektywicznych, które rokują szanse na odkrycie nowych złóż rud Cu-Ag. Państwowy Instytut Geologiczny (PIG-PIB) odegrał kluczową rolę w wyznaczaniu obszarów perspektywicznych dla występowania mineralizacji rud Cu-Ag. Dzięki analizie geologicznej i identyfikacji obszarów wokół stref utlenionych, PIG-PIB określił obszary o największym potencjale zasobowym. Na tych terenach, po wykonaniu szczegółowej prospekcji wiertniczej, prywatne podmioty gospodarcze przeprowadziły intensywne prace badawczo-poszukiwawcze. Efektem tych prac w ostatnich latach było udokumentowanie 4 złóż: Nowa Sól, Sulmierzyce Północ, Mozów oraz Żary. Wyniki te potwierdzają skuteczność podejścia PIG-PIB w identyfikowaniu obszarów o wysokim potencjale zasobowym, które stanowią fundament dla dalszych prac poszukiwawczych i rozpoznawczych oraz wzrostu udokumentowanych zasobów mineralnych w Polsce. Udokumentowane złoża stanowią istotne potwierdzenie skuteczności koncepcji pasów miedzionośnych, legitymizując jej rolę w precyzyjnego prognozowania perspektyw w obrębie pasów miedzionośnych wzdłuż granic redoks.

Podsumowując, koncepcja pasów miedzionośnych stanowi kluczowy element w poszukiwaniach złóż miedzi w Polsce, będąc ważnym punktem odniesienia dla prognozowania rozmieszczenia zasobów rud Cu-Ag. Dla identyfikacji ciał rudnych niezbędne są prace wiertnicze, które pozwolą zweryfikować prognozy geologiczne, ocenić jakość mineralizacji oraz wyznaczyć granice ciał rudnych i udokumentować nowe złoża. W nadchodzących latach kluczowe będzie doskonalenie metod eksploracji, zwłaszcza w mniej rozpoznanych obszarach, gdzie dotychczasowa prospekcja była ograniczona. W tym kontekście rozwój technologii wiertniczych, analitycznych oraz geofizycznych stanie się niezbędny do skuteczniejszego wyznaczania nowych celów poszukiwawczych, a tym samym do udoskonalenia efektywności procesu eksploracji rud miedzi i srebra w Polsce.

NOTATKI

NOTATKI



Mofeta w Złockiem
Fot. z Archiwum ZPKWM

XXVI SEMINARIUM

z cyklu

Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin
oraz geologicznej obsługi kopalń

pod patronatem honorowym



Ministra Energii



Ministra Klimatu i Środowiska



Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego



Dyrektora
Państwowego Instytutu Geologicznego
– Państwowego Instytutu Badawczego



ISBN 978-83-60905-19-7



9 788360 905197