

Badania i poszukiwania złóż cynku i ołowiu, Mo-W-Cu, uranu, ziem rzadkich, złota oraz kopalin morskich prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny

Stanisław Wołkowicz¹, Witold Dymowski¹, Marek Markowiak¹,
Stanisław Mikulski¹, Krzysztof Szamałek¹



S. Wołkowicz



W. Dymowski



M. Markowiak



S. Mikulski



K. Szamałek

Research and exploration of zinc and lead, Mo-W-Cu, uranium, REE and gold deposits as well as marine mineral resources at the Polish Geological Institute. Prz. Geol., 67: 599–609.

Abstract. In the shadow of discoveries of large deposits of mineral resources in Poland after World War II, intensive exploration works were carried out, but the results of this research did not bring such spectacular effects. Exploration of Zn-Pb deposits conducted in the vicinity of historic deposits of Tarnowskie Góry and Bytom led to documentation of the Zawiercie, Gołuchowice and Marciszów deposits. With some successes, exploration works of metal ore deposits in Paleozoic igneous and metamorphic rocks of the NE margin of the Upper Silesian Coal Basin were carried out. In this area, the Myszków Mo-W-Cu mineral deposit was confirmed, representing the porphyry copper genetic type. Moreover, in the area of Mrzyglód, the promising mineralization zone was found, requiring further geological research. The exploration of uranium and rare earth element ores did not lead to documentation of the deposits, nevertheless they made it possible to recognize all geological structures in Poland in terms of the possibility of occurrence of ore deposit occurrence of these metals. The prospecting works for these goals was carried out with a relatively small scale and were limited of the Sudetes, where exploitation took place on a fairly large scale in the past (Złoty Stok, Radzimowice, Klecza–Radomice, Wądroże Wielkie). The gold concentration occurring in the Zechstein Kupferschiefer formation and the porphyry copper mineralisation in NE margin of the Upper Silesian Coal Basin were also studied. The PGI participated in the exploration of mineral resources in marine areas, where besides the hydrocarbon exploration in the Polish economic zone, research on the Baltic polymetallic nodules was carried out, and within the INTEROCEANMETAL consortium the raw material potential of the Clarion-Clipperton Zone in the Pacific was studied.

Keywords: Polish Geological Institute, mineral deposits research in Poland, Zn-Pb deposits, Mo-W-Cu deposits, uranium deposits, REE deposits, gold deposits, marine deposits

W okresie po II wojnie światowej Państwowy Instytut Geologiczny (PIG) prowadził poszukiwania złóż surowców mineralnych na bardzo szeroką skalę. Efektem tych prac było rozpoznanie i udokumentowanie licznych złóż o fundamentalnym znaczeniu dla polskiej gospodarki (miedzi i srebra, siarki, węgla kamiennych i brunatnych oraz soli kamiennej; Mizerski, 2019). Prowadzono również poszukiwania złóż innych surowców, ale ich wyniki nie zostały zwieńczone tak spektakularnymi sukcesami, chociaż do ważnych osiągnięć należy zaliczyć poszerzenie bazy zasobów Zn-Pb, co było efektem prac poszukiwawczych prowadzonych w sąsiedztwie złóż tych metali, eksploatowanych od kilku stuleci w rejonie Tarnowskich Gór i Bytomia. Sukcesem zakończyły się również badania prowadzone na kontakcie bloków górnośląskiego i małopolskiego, gdzie stwierdzono obecność okruszczenia Mo-W-Cu typu porfirowego, związanego z intruzjami paleozoicznymi. Prace poszukiwawcze prowadzono niekiedy bez względu na ponoszone koszty. Dotyczyło to złóż takich pierwiastków, jak uran czy pierwiastki ziem rzad-

kich. Ich strategiczne znaczenie, szczególnie dla pozycji militarnej państw bloku wschodniego, było wystarczającym uzasadnieniem realizacji programów poszukiwawczych na dużą skalę. Prace te umożliwiły dobre rozpoznanie geologiczne obszaru Polski i wykluczenie możliwości występowania złóż tych metali, nadających się do zagospodarowania. Sudety, ze względu na budowę geologiczną i występujące w nich liczne złoża, zwłaszcza polimetaliczne, były wdzięcznym obszarem badań, z zastosowaniem różnych metod poszukiwawczych. Jednym z ważniejszych poszukiwanych metali było złoto, które od wielu stuleci pozyskiwano na obszarze Sudetów, w tym ze złoża w Złotym Stoku, uznawanego za największe ze złóż znanych w całym Masywie Czeskim.

Prace badawcze PIG nie ograniczały się jednak tylko do obszaru lądowego. Powołanie i rozbudowa Oddziału Geologii Morza PIG w Gdańsku były uwarunkowane koniecznością badania polskiej strefy ekonomicznej Morza Bałtyckiego, a przystąpienie Polski do międzynarodowego konsorcjum INTEROCEANMETAL rozszerzyło obszar badań na pacyficzną strefę Clarion-Clipperton.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; stanislaw.wolkowicz@pgi.gov.pl

BADANIA I POSZUKIWANIA ZŁOŻ Zn-Pb

Badania złóż Zn-Pb na Górnym Śląsku rozpoczęto w Państwowym Instytucie Geologicznym w latach 20. (Kuźniar, 1928, 1930a, b, 1932). Po zakończeniu II wojny światowej i uruchomieniu przedwojennych kopalni Zn-Pb PIG włączył się w prace nad rozszerzeniem bazy zasobowej rud oraz określeniem perspektyw występowania ich nowych złóż. Były one prowadzone w instytucie przez zespół geologów z Pracowni Geologii Złóż Cynku i Ołowiu, należącej do Zakładu Złóż Rud Metali Nieżelaznych, a później przez pracowników Zakładu Geologii Złóż Rud Metali. Zostały rozpoczęte wierceniami w 1953 r. na przedpolu historycznych złóż Tarnowskich Gór i Bytomia – w rejonie Kalet i Olkusza (Wielgomas, 1959, 1960). Kolejne projekty i programy przenosiły rejon badań ku północnemu wschodowi oraz północy – ku tzw. NE Ogrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Szczytowym osiągnięciem było odkrycie i wstępne oszacowanie zasobów rud cynku i ołowiu złoża Zawiercie (1968) oraz sąsiednich ciał rudnych (ryc. 1) – Gołuchowice (1972) i Marciszów (1980), a także wskazanie dalszego kierunku poszukiwań.

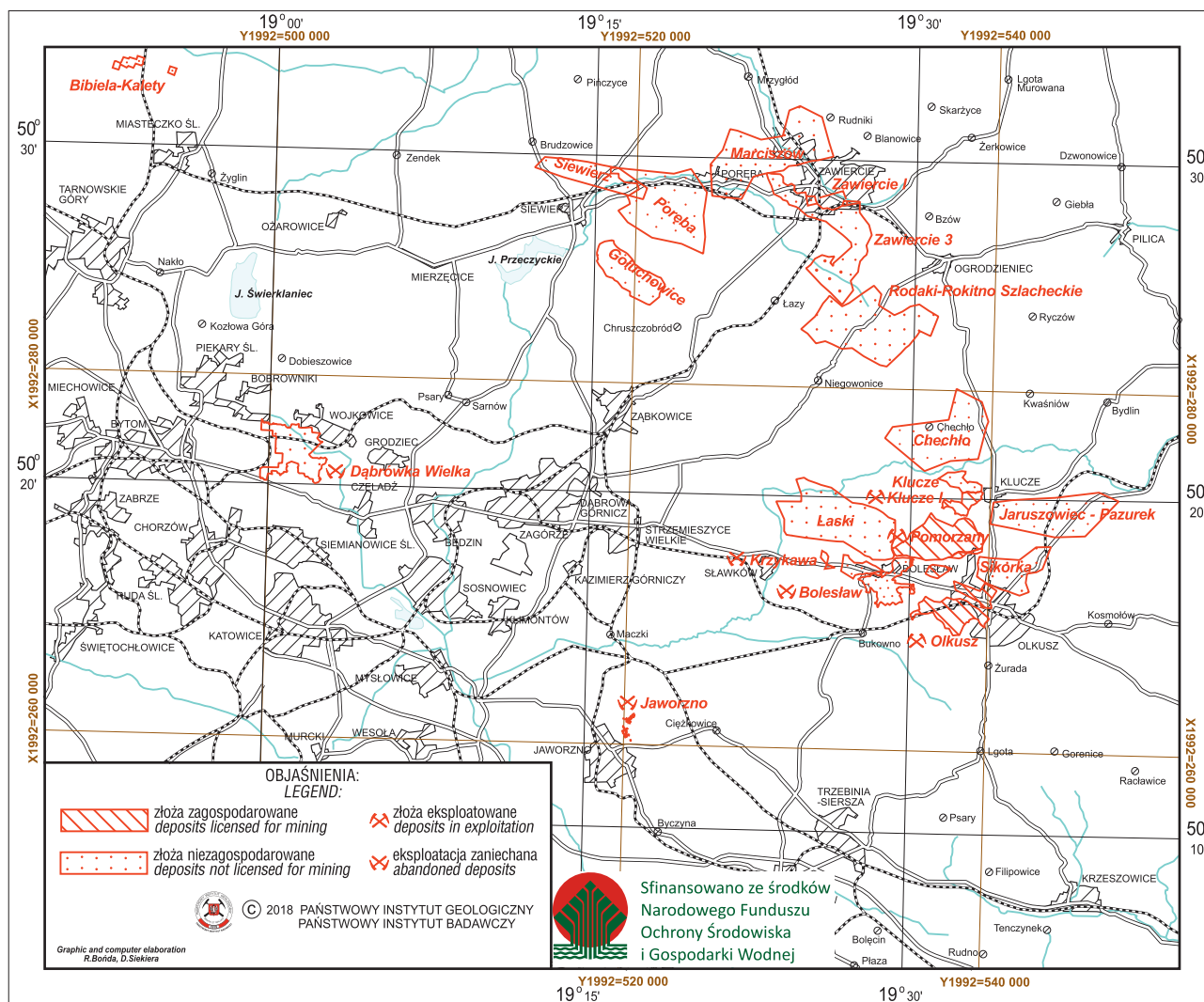
Ostatni projekt szeroko zakrojonych poszukiwań złóż rud Zn-Pb, obejmujący odwiercenie kilkuset otworów na rozległym obszarze pomiędzy Boronowem (na zachodzie) a Niegową (na wschodzie), sięgający ku północy po obrzeża

Częstochowy (Wielgomas i in., 1979), miał ocenić potencjalną zasobność kruszców i wskazać możliwe lokalizacje złóż. Jedynie pierwsza dokumentacja rejonu Żarki-Zachód (1986) wskazywała na istnienie złoża, udokumentowanego w kategorii C2 i wpisanego przez jakiś czas do *Bilansu Zasobów...*, ale kolejne wyniki badań nie były już tak obiecujące.

Trudności finansowe w latach 1991–1992 i zmiana podejścia do finansowania geologicznych prac poszukiwawczo-dokumentacyjnych w nowej sytuacji ekonomicznej spowodowały gwałtowne przerwanie prowadzonych prac wiertniczych i pospieszne wykonanie jedynie sprawozdania (Wołkiewicz, 1992).

Materiały uzyskane w trakcie wiercenia licznych otworów stanowiły podstawę wielu badań regionalnych: od litologicznych i stratygraficznych, w tym zróżnicowania wykształcenia utworów triasu oraz rozpoznania podłoża paleozoicznego, po facjalne, tektoniczne, petrograficzne i mineralogiczne, wykonywane przez wielu pracowników PIG, a także współpracujących z nimi badaczy spoza instytutu.

Badania strukturalne podłoża paleozoicznego w rejonie Zawiercia–Mrzygłodu, w tym wykształcenia utworów, ich wieku, przejawów magmatyzmu oraz mineralizacji, zapoczątkował Ekiert (1957, 1971, 1978). Ich rozwinięcie określiło ramy rozwoju badań tektonicznych, które dały przesłanki do poszukiwań kruszców Zn-Pb. Na koncepcje poszukiwań silnie wpłynęły nowoczesne mapy regionalne



Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia złóż rud cynku i ołowiu wg stanu na 31.12.2017 r. – skala 1:200 000 (wg Szufflickiego i in., 2018)

Fig. 1. Zinc and lead ores deposits in Poland according to the balance of 2017.12.31 y. – scale 1:200 000 (after Szufflicki et al., 2018)

styku bloku górnośląskiego i małopolskiego (Buła i in., 2002). Uzależnienie rozmieszczenia złóż od położenia wzdłuż tektonicznych w powiązaniu z tektoniką przesuwcą przedstawił Górecka (1991, 1993a, b) i Kibitlewski (1993; Kibitlewski, Górecka, 1988).

Na rejonizację poszukiwań kruszców cynku i ołowiu w zależności od odziedziczonej morfologii postpaleozoicznej i zmienności facji utworów triasu wpłynęły prace Wyczółkowskiego (1971, 1974, 1978, 1982). Ich rozwinięciem były badania petrograficzne – mikrofacjalne i diagenety dolomitów kruszczośnych (Pawłowska, Szuwarzyński, 1979; Pawłowska, 1982, 1985). Analizowano także struktury kryształów dolomitów otaczających kruszcze (Stepniowski i in., 1980). Podejmowano również próby wykorzystania zmienności chemicznej i mineralogicznej utworów wapienia muszlowego do korelacji dolomitów zawierających mineralizację (Pomykała, 1974, 1975a, b). Wyniki badań dolomitów kruszczośnych oraz występujących w nich kruszców przedstawiły Ciemniowska i Ziętek-Kruszewska (1974) oraz Ziętek-Kruszewska (1978), a rozmieszczenie mineralizacji kruszczowej – Kacprzak i Kerber (1979). Przeniosło i in. (1974) opisali mineralizację Pb-Zn z galeną spajającą luźne, silnie przemyte piaskowce rzeczne dolnego triasu, a Dymowski (1997a) – podobną mineralizację, rozciągającą się również na dolomity ooidowe i zlepieńce śródformacyjne retu, z rosnącą ku górze prze wagą sfalerytu nad galeną.

Pierwsze wieloaspektowe badania mineralogiczno-petrograficzne i geochemiczne w rejonie złoża Zawiercie przeprowadził Przeniosło (1974, 1976, 1978), który obok Ekierta (1976) przedstawił zespół przesłanek poszukiwawczych, będących podsumowaniem badań złóż cynku i ołowiu (Pawłowska, 1978). Dopelnieniem tych prac było wydanie w współpracy z USGS, w ramach Funduszu im. Marii Skłodowskiej-Curie, opracowania (Pawłowska i in., 1979) zawierającego wyniki uszczegółowionych, nowoczesnych, badań dolomitów kruszczośnych oraz kruszców, wskazujących na źródła metali. Po kilkunastu latach pojawiło się kolejne podsumowanie badań rud Zn-Pb (Górecka, 1993a). Nowoczesny model genetyczny złoża Klucze przedstawiła Górecka (1993b).

Podstawowe informacje z dokumentacji złożowych zostały przetworzone w bazy danych dotyczące lokalizacji utworów wiertniczych, stratygrafii przewierconych utworów oraz wielu analiz chemicznych pierwiastków złożowych czy też składu skał (Szatkowski, Dymowski, 1995) oraz pobranych próbek (Dymowski, 1997b). Można je wykorzystać do tworzenia modeli 3D złóż Zn-Pb (Oszczepalski i in., 2018).

MINERALIZACJA Mo-W-Cu W STREFIE KONTAKTU BŁOKÓW GÓRNOŚLĄSKIEGO I MAŁOPOLSKIEGO

Prace badawcze PIG mające na celu rozpoznanie budowy geologicznej paleozoiku w obszarze pomiędzy Krakowem, Częstochową a Lublińcem (dawniej używano terminu północno-wschodnie obrzeżenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – NEOGZW) zostały zapoczątkowane w latach 50. Wykonano wtedy kilka wierceń, którymi w podłożu triasu nawiercono serie nieznanymi wówczas w tym regionie ciemnych łupków metamorficznych, rozciętych licznymi intruzjami skał magmowych, z przejawami mineralizacji kruszczowej (Ekiert, 1957). Ujawnienie w skałach podmezozoicznego podłoża (w 1969 r.) obecności mineralizacji molibdenowej stało się podstawą do wysu-

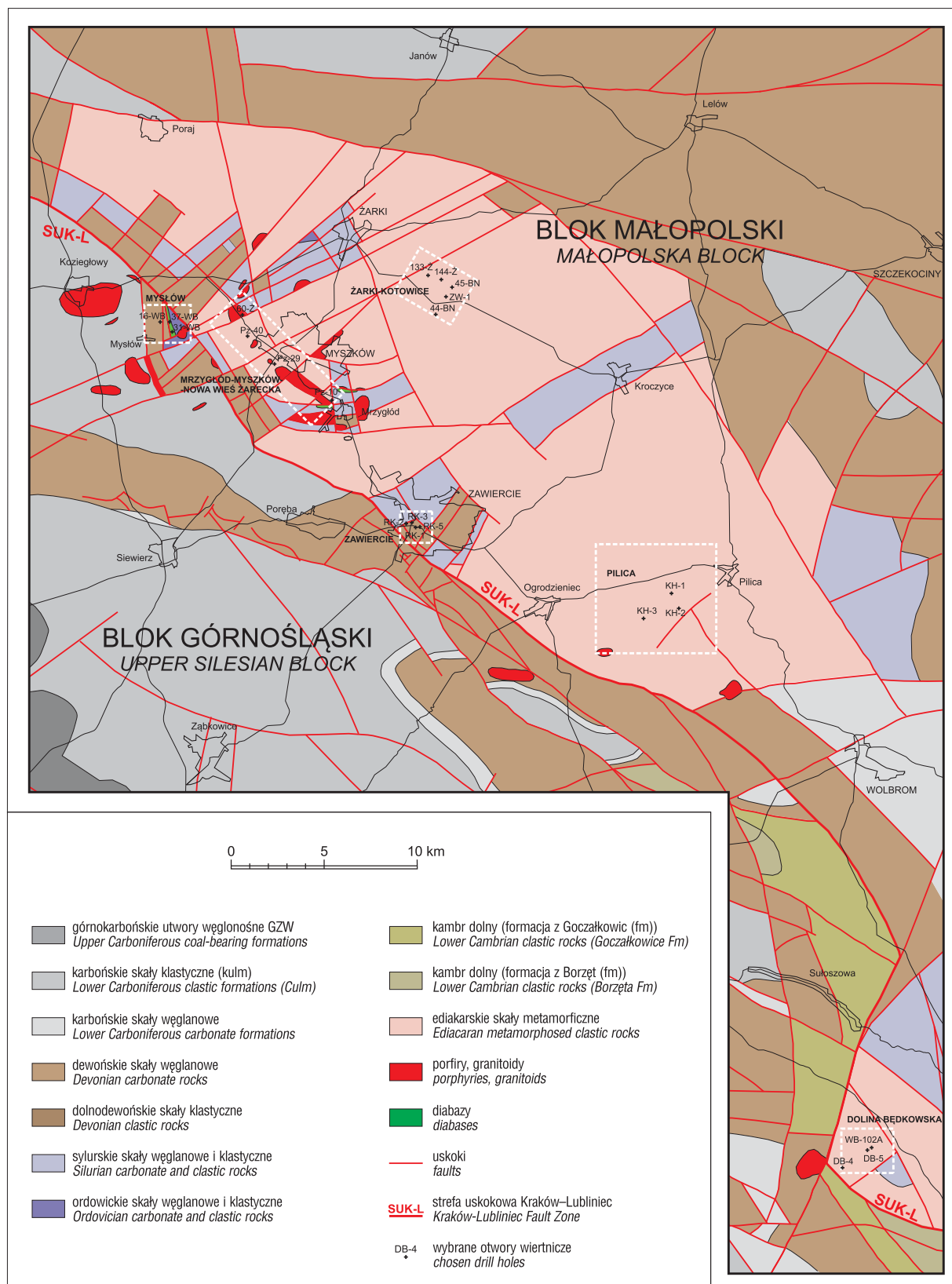
nięcia nowych koncepcji poszukiwawczych (Piekarski, 1971). W wyniku późniejszych, intensywnych prac wiertniczych zlokalizowano wiele obszarów występowania interesujących przejawów mineralizacji polimetalicznej, głównie Cu-Mo, określanymi jako *rejony*. Są to rejony: Myszkowa, Mrzygłodu, Nowej Wsi Żareckiej, Mysłowa i Żarek-Kotowic (ryc. 2). Cechą wyróżniającą wszystkie wymienione rejony jest obecność w środkowej części każdego z nich mineralizacji molibdenowej, niekiedy również wolframowej.

Równoległe z pracami badawczymi PIG trwały prace prowadzone przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, przebiegające generalnie w części wschodniej obszaru, które również doprowadziły do zlokalizowania kilku rejonów: Doliny Będkowskiej, Pilicy i Zawiercia.

Spór naukowy dotyczący wieku nawierczanych skał metamorficznych i magmowych trwał bardzo długo. Sprawy stratygrafii w regionalnym ujęciu uporządkował Buła (2000), który w podpermskim podłożu wyróżnił ediakarsko-kambryjskie piętro strukturalne, piętro ordowicko-sylurskie oraz dewońsko-karbońskie pokrywowe piętro strukturalne. Jednak dopiero wyniki badań mikroszczątków organicznych (*Acritarcha*) wykazały, że na bloku małopolskim skały anchimetamorficzne reprezentują wyłącznie ediakar (Jachowicz-Zdanowska, 2010).

Słaby stan rozpoznania stratygrafii i litostratygrafii utworów starszych od permu był przyczyną znacznych różnic w poglądach na budowę geologiczną tego regionu (Bukowy, 1964; Ekiert, 1971; Pożaryski, Kotański, 1979; Brochwicz-Lewiński i in., 1983; Kotas, 1985; Harańczyk, 1994; Pożaryski i in., 1992). Według najnowszych ujęć na obszarze krakowsko-lublinieckim bloki górnośląski i małopolski kontaktują bezpośrednio wzdłuż wąskiej strefy tektonicznej Kraków-Lubliniec, stanowiącej prawdopodobnie część transkontynentalnej strefy tektonicznej Kraków-Hamburg (Buła i in., 1997; Żaba, 1999). Aktualny obraz budowy geologicznej omawianego obszaru przedstawili Buła i Habryn (2008).

Mineralizacja polimetaliczna, stwierdzona w licznych otworach wiertniczych, jest związana z waryscyjskimi, kwaśnymi skałami magmowymi, które intrudowały głównie w utwory ediakaru. Jak wynika z najnowszych badań magmatyzm rozwijał się w wąskim przedziale czasu, tj. kilkunastu milionów lat – w przybliżeniu między 306 a 288 Ma, a więc w okolicach granicy karbonu i permu (Mikulski i in., 2019). Z wiekiem skał magmowych współgra wiek molibdenitu oznaczony metodą Re-Os na 301–296 Ma (Mikulski, Stein, 2012). Genetyczny związek między waryscyjskim magmatyzmem i okruszcowaniem wskazuje na pomagmowe, hydrotermalne pochodzenie tej mineralizacji, z roztworów o temperaturze 800–160°C (Karwowski, 1988; Karwowski i in., 2005). Wieloletnie badania przejawów mineralizacji kruszczowej, rozpoznanych w podmezozoicznym podłożu na tym obszarze, potwierdziły ich przynależność do formacji *porphyry copper* (Górecka, 1972; Markiewicz i in., 1993; Ślósarz, 1988; Podemski, 2001). Zauważono też pewną prawidłowość – klastyczne skały ediakarskie, przeobrażone w wyniku słabego metamorfizmu regionalnego, miały pierwotnie barwę czerwono-brązową, a zmianę zabarwienia na szarzieloną i czarną spowodował metamorfizm kontaktowo-metasomatyczny, zachodzący wokół intruzji granitoidowych, charakteryzujący się określoną strefowością i znacznym zasięgiem, dochodzącym do 1,5–2 km od intruzji (Markowski, 2015). Jest to istotna przesłanka do dalszych poszukiwań rud polimetalicznych w tym regionie.



Ryc. 2. Lokalizacja obszarów występowania mineralizacji polimetalicznej Cu-Mo(-W) na tle mapy geologicznej ediakaru i paleozoiku bez permu (Buła, Habryn, 2008), zmodyfikowana

Fig. 2. Location of areas of polimetaltic Cu-Mo(-W) mineralization against a background of the map of Ediacaran and Paleozoic formations without Permian (after Buła, Habryn, 2008), modified

Mineralizacja w rejonach Mrzygłodu, Myszkowa i Nowej Wsi Żareckiej jest związana z jedną, wielokrotną intruzją granodiorytu długości ok. 8 km. Intruzja ta rozcina sfałdowane i zmetamorfizowane skały klastyczne ediakaru.

Największego odkrycia dokonano w rejonie Myszkowa, gdzie udokumentowano złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych Myszków (Piekarski i in., 1993; Podemski, 2001; Markowiak, 2008). Głównymi minerałami

są w nim: piryt, chalkopiryt, molibdenit i scheelit. Zajmuje ono obszar o powierzchni ok. 0,5 km². Zasoby bilansowe złoża Myszków wynoszą: 550,8 mln t rudy zawierającej 295 tys. t Mo, 238 tys. t W i 804 tys. t Cu (Siata i in., 2007). Charakterystykę mineralizacji kruszcowej w złożu przedstawiła Ślósarz (2001). W rejonie Mrzygłodu nie ujawniono dotychczas bogatych koncentracji kruszców, natomiast w rejonie Nowej Wsi Żareckiej najbardziej obiecujące przejawy mineralizacji kruszcowej stwierdzono w otworze Pz-40. Napotkano w nim okruszcowanie, którego intensywność pozwala na uznanie tego obszaru za perspektywiczny pod względem złożowym (Habryn i in., 1994). W rejonie Żarek-Kotowic pod pokrywą mezozoiczną natrafiono na ciemnoszare, zmetasomatyzowane skały klastyczne ediakaru. Najbogatsze okruszcowanie molibdenitem występuje w otworze ZW-1. Obserwowane użyczenie, zmiany metasomatyczne i zestaw minerałów kruszcowych wskazują na bliskie sąsiedztwo kwaśnej intruzji magmowej. Obecność charakterystycznych przeobrażeń i wysokotemperaturowej mineralizacji stwarza przesłanki do poszukiwań w tym rejonie złoża analogicznego do złoża Myszków (Markowiak, 2015). Rejon Mysłowa leży w bezpośrednim sąsiedztwie strefy tektonicznej Kraków-Lubliniec, ale jako jedyny znajduje się po stronie bloku górnośląskiego (ryc. 1). Występują w nim głównie blokowo wypiętrzone osady ordowiku. Magmatyzm jest tu reprezentowany przez liczne dajki diabazów i porfirów, dotychczas nie natrafiono jednak na intruzję granitoidów. Skały występujące w rejonie uległy intensywnym zmianom metasomatycznym i oskarowaniu. Można przypuszczać, że najbogatsza, środkowa część tego wystąpienia mineralizacji kruszcowej nie została dotąd wiertniczo rozpoznana. Wedle obecnego stanu rozpoznania wydaje się, że istnieje jeszcze wiele innych, bardzo słabo zbadanych obszarów, gdzie mogą występować ciała rudne porównywalne ze złożem Myszków. Prognostyczne obszary występowania porfirowej mineralizacji Mo-W-Cu przedstawili Oszczepalski i in. (2010).

POSZUKIWANIA ZŁÓŻ RUD URANU

Poszukiwania złóż rud uranu PIG rozpoczął w 1956 r. Wcześniej prace te prowadzili wyłącznie specjaliści radzieccy, przede wszystkim z uwagi na strategiczne, militarne, znaczenie tego pierwiastka (Strzelecki, Wołkiewicz, 2019). Jako wstępną metodę prospekcyjną stosowano tzw. badania równoległe, polegające na wykonywaniu pomiarów promieniowania gamma we wszystkich kopalniach głębinowych i niektórych kopalniach odkrywkowych (np. węgla brunatnego) oraz na analizie pomiarów geofizycznych wykonywanych w głębszych otworach wiertniczych. W Sudetach, które były uważane za najbardziej perspektywiczną jednostkę geologiczną w aspekcie możliwości znalezienia złóż rud uranu, prowadzono na bardzo dużą skalę poszukiwania za pomocą metod geochemicznych (zdjęcie aluwialne, w mniejszym zakresie litogeochemiczne i hydrochemiczne). Stwierdzone anomalie geochemiczne rozpoznawano następnie z zastosowaniem robót górniczych (szybiki, sztolnie) i wiertniczych. Pracami tymi objęto blok karkonosko-izerski (Jeliński, 1965; Zajączkowski, 1968; Lis, 1970; Lis, Sylwestrzak, 1979), masyw metamorficzny Gór Orlickich i Masyw Śnieżnika (Przeniosło, 1970) oraz sudeckie, młodopaleozoiczne formacje wulkaniczne (Sylwestrzak, 1972). Z formacji osadowych szczególnie dużo miejsca poświęcono skałom permu i karbonu depresji śródsudeckiej, w których już w 1955 r. zostało udokumentowane nie-

wielkie złożo uranu *Grzmiąca*. Wyniki szczegółowych badań geochemicznych Depciucha (1968) wskazały, że jest to złożo powstałe w wyniku wietrzenia chemicznego pierwotnie szarozielonych skał wzbogaconych w uran, których utlenienie spowodowało ługowanie i redepozycję uranu i towarzyszących mu metali, a ich strącanie następowało poniżej zwierciadła wód gruntowych. Zdaniem Miecznika (1989a, b) precypitacja uranu następowała na dyskordancji oddzielającej nieutlenione na ogół skały formacji z Glinika od przeważnie utlenionych skał wyżej leżącego czerwonego spągowca (formacja z Ludwikowic). W Sudetach szczegółowo rozpoznano również dolnopermskie, jeziorne łupki walchiowe z Ratna Dolnego, ale stwierdzone w nich koncentracje uranu nie mają znaczenia przemysłowego (Wołkiewicz, 1988, 1992).

Intensywne prace poszukiwawcze złóż uranu na obszarze Sudetów nie przyniosły oczekiwanych rezultatów (Bareja i in., 1982; Miecznik i in., 2011). Metoda badań równoległych umożliwiła natomiast weryfikację i ocenę perspektyw występowania uranu na obszarze całej Polski. Formacjami goszczącymi koncentracje uranu okazały się dolnoordowickie łupki dictyonemowe obniżenia podlaskiego oraz piaskowce triasu dolnego Niżu Polskiego. W łupkach dictyonemowych stwierdzono okruszcowanie typu *black shale*, jakie jest znane ze Szwecji (łupki alunowe górnego kambru), Estonii i okolic Sankt Petersburga (łupki dictyonemowe) (Bareja i in., 1987), jednakże niskie koncentracje metali oraz głębokość zalegania powodują, że nie będą one miały znaczenia w dającej się przewidzieć przyszłości (Galica i in., 2016). Znacznie wyższe koncentracje uranu stwierdzono w piaskowcach triasu dolnego. Wzbogacenie w uran ma bardzo szerokie rozprzestrzenienie i obejmuje obszar monokliny przedsudeckiej, perykliny Żar, niecki szczecińskiej, niecki brzeźnej i syneklizy perybałtyckiej (Sałdan, Strzelecki, 1980), ale najwyższe koncentracje uranu stwierdzono w syneklizie perybałtyckiej w strefie od Mierzei Wiślanej do okolic Paślęka. Najbogatsza mineralizacja, związana z drobnodziarnistymi, szarymi i szarozielonymi, słabo zwięzłymi piaskowcami występuje na Mierzei Wiślanej. W otworze wiertniczym Ptaszkowo IG 1 stwierdzono zawartość uranu o średniej ważonej 0,26%, w warstwie o miąższości 4,43 m. Uranowi towarzyszy wysoka zawartość V, Se, Mo, Pb i As. Na podstawie badań minerałów wykazano obecność coffinitu i nasturanu oraz siarczków: galeny, pirytu i selenku ołowiu – clauthalitu (Bareja, 1984). Na Mierzei Wiślanej zidentyfikowano dwa ciała rudne: Ptaszkowo i Krynica Morska, które prawdopodobnie mają formę zbliżoną do typu tabliczkowo-soczewkowego, zwaną w literaturze *tabular* (Strzelecki, 1988; Miecznik i in., 2011). Głębokość zalegania ciał rudnych na mierzei wynosi od 750 do 800 m, co ma istotne znaczenie dla kosztów rozpoznania geologicznego tego typu złóż, których cechą charakterystyczną jest bardzo duża zmienność lateralna. Szewczyk (1987) wysunął koncepcję przestrzennego związku pomiędzy okruszcowaniem uranowym a epigenetycznym spoiwem węglanowym i jego zdaniem jest możliwe śledzenie takich stref za pomocą sejsmiki refrakcyjnej. Koncepcja ta nie została zweryfikowana pracami geologicznymi. Natomiast szczegółowa analiza i ocena geologiczno-gospodarcza koncentracji uranu występujących w Polsce, w tym okruszcowania piaskowców triasu dolnego syneklizy perybałtyckiej, w odniesieniu do aktualnej sytuacji panującej na rynku zaopatrzenia gospodarki światowej w uran wykazała, że koncentracje te nie mają obecnie znaczenia gospodarczego (Smakowski i in., 2013).

Wiele osadowych formacji geologicznych występujących na obszarze Polski cechuje podwyższona zawartość uranu. Z uwagi na strategiczne znaczenie tego pierwiastka w okresie powojennym były wykonane szczegółowe analizy obejmujące występowanie uranu w fosforytach (Borucki, 1962), węglach kamiennych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (Saldan, 1965; Jęczalik, 1970), cechsztyńskich łupkach miedzionośnych (Bareja, 1977) oraz karpaccich łupkach menilitowych (Kita-Badak i in., 1965).

POSZUKIWANIE PIERWIĄSTKÓW ZIEM RZADKICH

Podwyższone koncentracje pierwiastków ziem rzadkich (REE) zostały stwierdzone na obszarze Sudetów w okolicach Szklarskiej Poręby i Markocic k. Bogatyni oraz w intruzjach Tajna i Ełku w skałach krystalicznego podłoża NE Polski. W rejonie Szklarskiej Poręby rozpoznano strefę okruszczenia torem i REE, która jest zlokalizowana w zbiotyzowanych hornfelsach andaluzytowo-kordierytowych, poprzecinanych apofizami granitu. Szczegółowe badania mineralogiczne wykazały, że nośnikami toru są toryt, monacyt, ksenotym, w niewielkiej części również cyrkon. REE występują w monacycie i ksenotymie, śladowo w apatycie i epidocie. Geneza okruszczenia jest związana z działalnością pneumohydrotermalną wieńczącą etap magmatyzmu waryscyjskiego (Bareja i in., 1982). Ciekawą genetycznie mineralizację torową z ziemiami rzadkimi stwierdzono w rejonie Bogatyni. Związana jest ona z izerskimi, leukokratycznymi granitami alkalicznoscalkeniowymi, które podległy feldspatyzacji wzdłuż dyslokacji o kierunku NNE-SSW. Według Mikuszewskiego (1974) występuje tam asocjacja geochemiczna Th-REE-P-Ti-Be-Fe-Mn. Kanasiewicz (1983) wysnuł hipotezę o możliwości występowania w rejonie niecki żytańskiej intruzji magmowej typu centralnego i związanych z nią karbonatytów facji subwulkanicznej. Zdaniem tego autora, wskazuje na to pozycja strukturalna i budowa tektoniczna obszaru, przejawy metasomatozy węglanowo-fosforanowo-alkalicznej oraz obecność mineralizacji Th-REE-Nb, przypuszczalnie związanej z paleogeńsko-neogeńskim magmatyzmem alkaliczno-zasadowym.

Systematyczne badanie podłoża krystalicznego Polski północno-wschodniej i weryfikacja anomalii geofizycznych otworami parametryczno-strukturalnymi doprowadziły do rozpoznania dwóch intruzji magmowych: Tajna i Ełku, w których stwierdzono obecność podwyższonej koncentracji REE. Alkaliczno-ultrasadowy masów Tajna znajduje się na SW od Augustowa, ma powierzchnię ok. 5 km², a jego strop jest na głębokości 600 m. Stwierdzono w nim obecność żył kalciokarbonatytów o niewielkiej miąższości i zawartości sumy tlenków REE (REO) od 0,1 do 0,5% oraz bogatsze okruszczenie, sięgające 2%, zawierające nieliczne żyłki ferromagnetytów (Kubicki, 1992). Zasoby, w zależności od przyjętych kryteriów, wahają się od 6,6 do 50 tys. t. Zebrany bogaty materiał wiertniczy poddano wszechstronnym badaniom petrologiczno-geochemicznym (Dziedzic, Ryka, 1983; Krystkiewicz, Krzemiński, 1992; Ryka, 1992; Demaiffe i in., 2005) i mineralogicznym (Marcinkowski, 1992). Badania geochronologiczne (Depciuch i in., 1975; Brassinnes, 2006; Krzemińska i in., 2006) pozwoliły określić wiek tej intruzji na ok. 333–348 mln lat.

Peralkaliczna intruzja Ełku jest rozległą jednostką o powierzchni 400 km², występującą na głębokości poniżej 800 m p.p.t. Zawiera tlenkowe i krzemianowe okruszcowa-

nie REE, niobu, cyrkonu i toru. Szczegółowe badania mineralogiczno-geochemiczne, wykonane w otworach Ełk IG 3 i Ełk IG 4, wykazały obecność licznych anomalii promieniowania gamma (Bareja, Kubicki, 1983). W analizowanych próbkach uzyskano średnią ważoną zawartość sumy REO do 0,25% w strefach o miąższości 1–3 m. Maksymalnie w pojedynczych próbkach stwierdzono zawartość REO do 1,4%. Koncentracjom tym towarzyszy podwyższona zawartość niobu – od 0,09 do 0,86% Nb₂O₅, przy czym średnia ważona zawartość wynosi 0,12% – i cyrkonu, którego średnia ważona zawartość waha się w różnych interwałach od 0,38 do 0,58%. Cyrkonowi towarzyszy obecność hafnu. Skały intruzji ełckiej były przedmiotem szczegółowych badań petrograficzno-mineralogicznych (Dziedzic, 1984; Armbrustmacher, Modreski, 1994; Ryka, 1994) i geochronologicznych (Łaskiewicz, 1960; Przewłocki i in., 1962; Depciuch i in., 1975; Blunsztajn, 1994). Obecnie uznaje się, że wiek intruzji ełckiej wynosi 348 mln lat (Krzemińska i in., 2006) i jest zbliżony z wiekiem intruzji Tajna.

Prowadzone przez PIG poszukiwania geologiczne złóż pierwiastków ziem rzadkich nie ograniczały się tylko do obszaru Polski. Niewielkie ich zasoby w Sudetach oraz głębokość występowania powiązana z niskimi koncentracjami (masywy znajdujące się w podłożu krystalicznym NE Polski) spowodowały, że w latach 1972–1979 prowadzono badania na terenie Wietnamu, gdzie rozpoznawano złoża Nam Nam XE, typu karbonatytowego, i Donk Pao, związane ze sjenitami (Werner, 2005). Natomiast w latach 1981–1989, w ramach tzw. współpracy dwustronnej, poszukiwano złóż REE na terenie Mongolii, gdzie badano masywy Ługijn-goł i Muszgia Chuduk-Bajan Choszu (Uberna, 2005).

BADANIA I POSZUKIWANIA ZŁÓŻ ZŁOTA

Efektom prac badawczych PIG było szczegółowe scharakteryzowanie mineralogiczno-geochemiczne oraz klasyfikacje genetyczne złóż oraz wystąpień mineralizacji złota z obszarów o wieloletniej tradycji eksploatacji rud siarczkowych lub z miejsc nieznanymi pod kątem wystąpień złota. Rozpoznano m. in. kilka typów mineralizacji złota dotychczas nieopisanych z obszaru Polski. Wśród nich do najważniejszych należy zaliczyć: paragenezę Au-Pt-Pd występującą w strefie utlenionej (*Rote Fäule*) w formacji cechsztyńskiej (Speczik, Wojciechowski, 1997; Oszczepalski i in., 2011; Wojciechowski, 2011), paragenezę Au-Ag-Bi-Te z Radzimowic i Barda Śląskiego (Mikulski, 1998, 1999) oraz ze stref mineralizacji porfirowych wzdłuż kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim (Mikulski i in., 2008), scheelitowo-tytanitową ze złotem w kwarcu żyłowym z masywu kłodzko-złotostockiego (Mikulski, 2000); złotoносne beryzty z Dębowinki w Sudetach (Mikulski, Speczik, 2016); paragenezę złota z chaledonem, kalcytem i hematytem oraz paragenezę złota z chaledonem, markasytem/pirytem i kaolinitem (Klecza-Radomice, Radzimowice, Wądroże Wielkie; Mikulski, 2011). Szczegółowe badania mikroskopowe i w mikroobszarze umożliwiły rozpoznanie nie opisywanych dotychczas z Sudetów i ze strefy kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim rzadkich faz mineralnych takich, jak paragenezy Au-Ag z tellurkami, bizmutkami czy siarkosolami (Mikulski, 2014).

Ponadto opracowano różne modele genetyczne pierwotnych złożowych wystąpień złota w Polsce (ryc. 3; Mikulski, 2005, 2007; Oszczepalski i in., 2011). Nowoczesne badania izotopowe Re-Os rud polimetalicznych

umożliwiły bezpośrednie datowanie wieku izotopowego mineralizacji nie tylko molibdenitowej w Sudetach, w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim (Mikulski, Stein, 2012), ale także złotonośnych siarczków w sudeckich złożach polimetalicznych (Mikulski i in., 2005) czy złożowej mineralizacji miedzionośnej (bornitowej i bornitowo-chalkopirytowej) w łupku cechsztyńskim (Mikulski, Stein, 2017). Przeprowadzone badania Re-Os wieku mineralizacji siarczkowych w połączeniu z badaniami geochronologicznymi (U-Pb i O, SHRIMP na cyrkonach) procesów magmowych, wulkanicznych oraz pomagmowo-hydrotermalnych, okazały się kluczowe dla kompleksowego odtworzenia sekwencji zdarzeń i genezy różnych pod względem obecności głównych metali ($Au \pm Cu \pm As - Fe \pm Pb$, $Cu - Ag$, $Mo - Cu \pm W$) złóż i mineralizacji siarczkowych w Sudetach, na bloku przedsudeckim, monoklinie przedsudeckiej oraz w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim (Mikulski, 2005, 2007; Mikulski, Williams, 2014; Mikulski, Speczik, 2016).

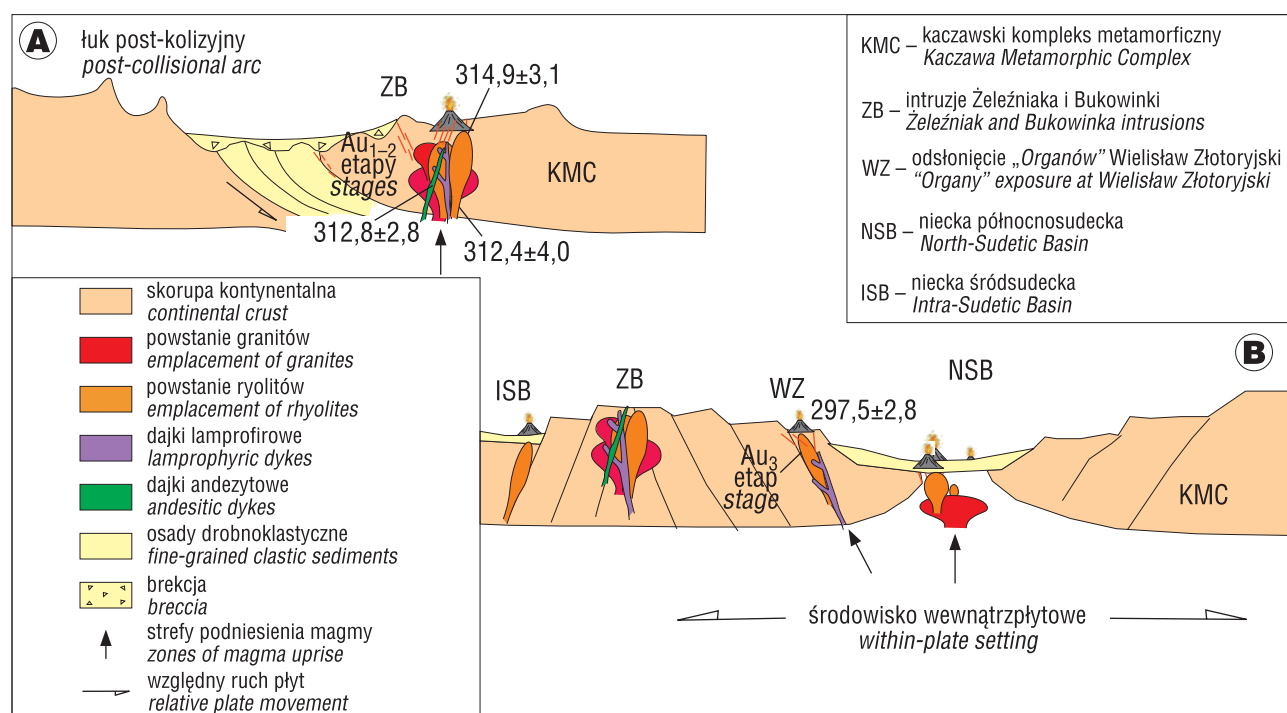
Pracownicy PIG-u zweryfikowali wiedzę o występowaniu złota w Polsce oraz o jego obszarach perspektywicznych i zasobach surowcowych (m.in. Mikulski, 2015). Dokonali także wstępnej oceny zasobowej i prognoz występowania metali szlachetnych na polach górniczych obszaru koncesyjnego KGHM Polska Miedź S.A. (Oszczepalski, Rydzewski, 1998; Speczik i in., 1997; Oszczepalski, 2007). W rejonie Leny–Nowego Kościoła poziom złotonośny zidentyfikowano pomiędzy piaskowcami czerwonego spągowca, a wapieniem podstawowym cechsztynu (Speczik, Wojciechowski, 1997; Wojciechowski, 2011).

UDZIAŁ I ROLA PIG W BADANIACH SUROWCOWYCH W OBSZARACH MORSKICH

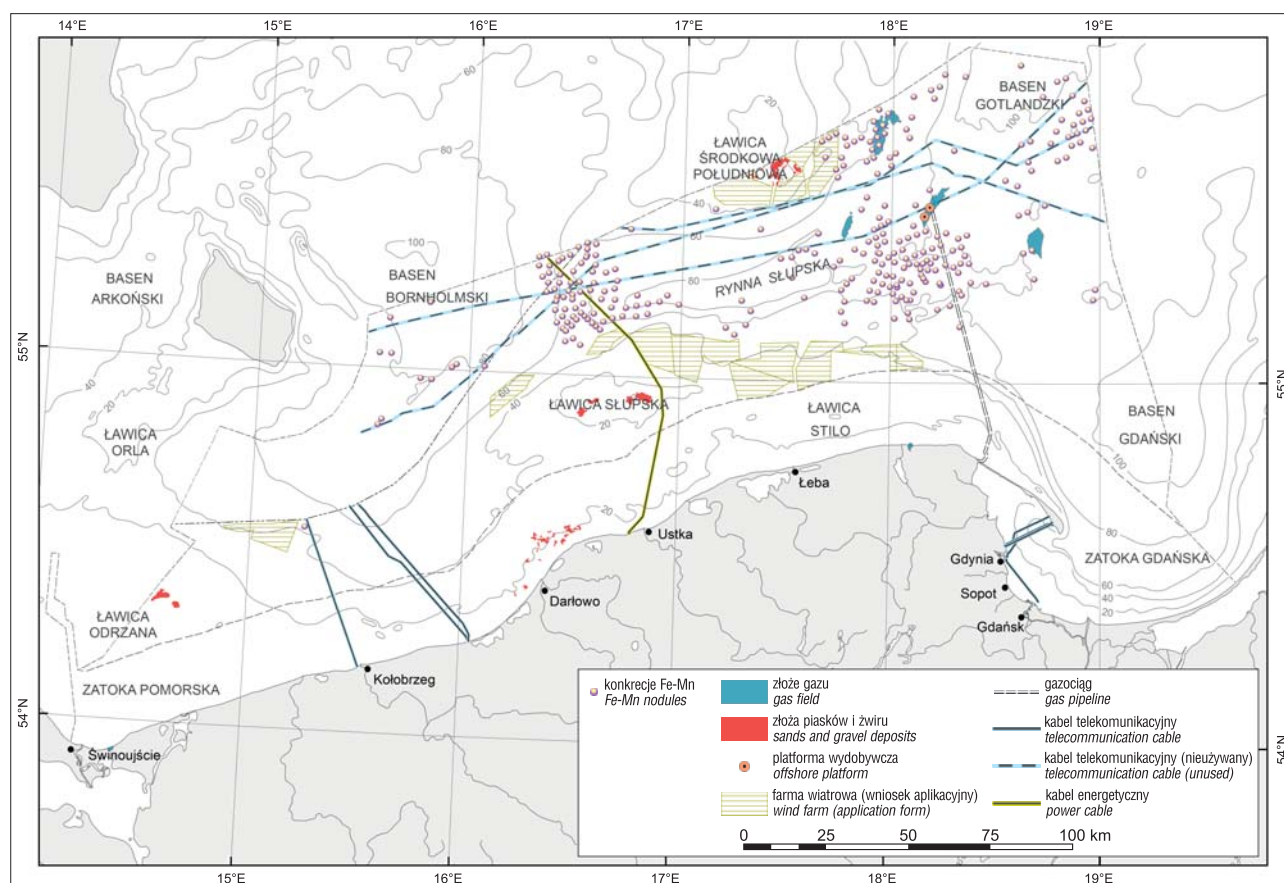
Polska jest krajem morskim. Takie położenie geograficzne stwarza potrzebę prowadzenia badań geologicznych

strefy wybrzeża i utworów dennych Bałtyku. Bałtyk już od czasów rzymskich był źródłem bursztynu (Kosmowska-Ceranowicz, 2012). Wielowiekowa tradycja wydobycia i obróbki tego surowca nadal zapewnia Polsce miano światowej stolicy bursztynu. Występowanie bursztynu bałtyckiego i jego rola gospodarczo-kulturalna były tematem wielu publikacji pracowników PIG (m.in. Kotliński, Masłowska, 1986; Szamałek, 2016a, b; Kramarska i in., 2019). Z dna Bałtyku od dawna eksploatowano także kruszywo naturalne, co zapewniało wzrost gospodarczy regionu i kraju (Masłowska, 2005; Kramarska i in., 2006). Początkowo problemy poznawcze Bałtyku i jego wybrzeża dotyczyły głównie prac z zakresu sedimentologii, geomorfologii i kartografii. Pierwsze szczegółowe badania geologiczne tego akwenu realizowali w latach 80. XIX w. głównie niemieccy i szwedzcy naukowcy (Błaszczyszyn i in., 1982). W okresie II Rzeczypospolitej badania te prowadzono w wąskim zakresie problematyki czwartorzędowych utworów plażowych i wybrzeża.

Geologiczne badania morskie i podmorskie wymagają zastosowania specjalistycznego sprzętu oraz technik i metod badań odmiennych od wykorzystywanych w badaniach lądowych. Ponadto badania te są znacznie droższe niż badania lądowe. Z tych powodów w Polsce geologiczne badania Bałtyku na większą skalę rozwinęto dopiero w II połowie XX w. W Instytucie Geologicznym w latach 60. zaczęto prowadzić bardziej szczegółowe prace geologiczne w przybrzeżnych obszarach Bałtyku, początkowo bazujące na badaniach geofizycznych, a następnie na pozyskiwanych płytkich profilach wiertniczych. Od 1968 r. badania te prowadzono w Pracowni Geologii Bałtyku, przekształconej w 1974 r. w Oddział Geologii Morza IG (Jegliński, 2018). Obszerny przegląd literatury dotyczący tych początkowych badań przedstawił Rühle (1982a). Należy podkreślić wyjątkową rolę wieloletniego dyrektora PIG Edwarda Rühlego w inspirowaniu do realizacji geologicznych badań morskich i w uznawaniu zasobów morskich



Ryc. 3. Schemat powstawania złóż złota w Górach Kaczawskich w późnym karbonie–wczesnym permie (wg Mikulski, Williams, 2014)
Fig. 3. Schemat of formation of gold deposits in the Kaczawa Mountains during Late Carboniferous through Early Permian time (after Mikulski, Williams, 2014)



Ryc. 4. Mapa występowania na dnie Bałtyku wybranych złóż kopalni i nagromadzeń perspektywicznych złóż koncentracji okruchowych na tle istniejących i planowanych elementów infrastruktury (wg Kramarskiej, Szarafina, 2019)

Fig. 4. Map of occurrence of selected deposits and accumulations of prospective deposits of nodules at the bottom of the Baltic Sea against a background of existing and planned infrastructure elements (after Kramarska, Szarafin, 2019)

i oceanów za przyszłą bazę surowcową ludzkości (Rühle, 1968, 1974, 1975, 1977, 1978, 1982b). Profesor Edward Rühle w końcu lat 70. był (wraz z prof. Stanisławem Depowskim) inicjatorem przygotowania dla Wydawnictwa Morskiego w Gdańsku monografii *Surowce mineralne dna wszechoceanu oraz pierwiastki uzyskiwane z wody morskiej*. Inicjatywa ta została zrealizowana dopiero po latach przez powiększony zespół autorski, do którego dołączyli Ryszard Kotliński i Krzysztof Szamałek (Depowski i in., 1998). Depowski (1975; Depowski, Sieciarz, 1978; Depowski i in., 1992) był przekonany o potencjale węglowodorowym Bałtyku i potrzebie badań perspektyw złóżowych ropy naftowej i gazu ziemnego w tym akwenie. Jego poglądy inspirowały geologów z firmy Petrobaltic, tworzących programy poszukiwań węglowodorowych w Bałtyku.

Ważnym krokiem w rozwoju badań kopalni morskich było przystąpienie Polski w 1972 r. do realizacji programu badawczego INTERMORGEO pn. *Badania mórz i oceanów w celu wykorzystania ich zasobów mineralnych*. W realizacji tego programu z ramienia IG uczestniczyli – R. Kotliński, J. Malinowski, M. Masłowska, J. Mojski i D. Trokiewicz. Efektem prac prowadzonych w ramach tego programu była monografia *Geologia i zasoby mineralne oceanu światowego*, wydana w 1990 r. w j. rosyjskim. Była to istotna próba włączenia się pracowników PIG w szerszy międzynarodowy kontekst badawczy i podjęcia nowej problematyki badań (zwłaszcza koncentracji pacyficznych).

Bez wątplenia osiągnięciem PIG na skalę międzynarodową było opublikowanie map osadów dna Bałtyku w

polskiej strefie ekonomicznej (Mojski, 1989–1995). W trakcie opracowywania tych map uzyskano wiele informacji o osadach dennych, ich rozmieszczeniu oraz znaczeniu surowcowym. Zaowocowało to licznymi publikacjami oraz dokumentacjami dotyczącymi zwłaszcza kopalni okruchowych (Kramarska 1982; Kotliński, 1983, 1984a, b, 1985; Masłowska i in., 1985; Masłowska, Michałowska, 1988, 1990; Masłowska, 1991). Problematyka ta była szeroko i intensywnie rozwijana w pracach Oddziału Geologii Morza PIG w następnych latach (Masłowska, 2005; Kramarska i in., 2006; Kaulbarsz i in., 2013). Ponadto po latach przerwy (Trokiewicz, 1998) ponownie podjęto w PIG badania koncentracji bałtyckich (Uściniowicz i in., 2011; Szamałek i in., 2018).

Współczesna wiedza o zasobach mineralnych Bałtyku umożliwia konstruowanie map występowania stwierdzonych oraz perspektywicznych kopalni morskich (ryc. 4). Kolejne lata powinny się charakteryzować zwiększeniem zakresu badań Bałtyku m.in. dzięki wykorzystaniu instrumentów rządowego programu badań morskich ProGeo. Dotychczasowy udział PIG w międzynarodowych badaniach Bałtyku oraz osiągnięcia jego pracowników w tej dziedzinie świadczą o wysokim poziomie prowadzonych prac badawczych, skuteczności realizacji zamierzonych celów, umiejętności integracji wieloosobowych zespołów badawczych, grupujących specjalistów z różnych dziedzin i obszarów, a także o zdolności do współpracy. Wszystko to wskazuje na duży potencjał badawczy środowiska PIG i możliwości dokonania dalszych odkryć złóż w obszarze południowego Bałtyku.

LITERATURA

- ARMBRUSTMACHER T.J., MODRESKI P.J. 1994 – Petrology and mineralogy of alkaline rocks from the Elk complex. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 144: 49–70.
- BAREJA E. 1977 – Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych Lubin–Polkowice. *Kwart. Geol.* 21, 1: 37–48.
- BAREJA E. 1984 – Minerale uranu w utworach triasu syneklizy perybałtyckiej. *Kwart. Geol.*, 28: 353–366.
- BAREJA E., KUBICKI S. 1983 – Mineralizacja syenitów ełckich w strefach przeobrażeń metasomatyczno-hydrotermalnych (NE Polska). *Kwart. Geol.*: 27, 2: 215–224.
- BAREJA E., JĘCZMYK M., KANASIEWICZ J., LIS J., MIECZNIK J.B., SAŁDAN M. 1982 – Pierwiastki promieniotwórcze w Sudetach. *Biul. Inst. Geol.*, 341: 259–272.
- BAREJA E., SAŁDAN M., STRZELECKI R. 1987 – Rudy uranu i toru. [W:] R. Osika (red.), *Budowa geologiczna Polski*, t. 6: 212–230.
- BŁASZCZYŹYŃ A., GUEDELIS W., JEMIELIANOW J. 1982 – Historia badań geologii Morza Bałtyckiego. [W:] Jemielianow J.M., Gudelis W.K. (red.), *Geologia Morza Bałtyckiego*. Wyd. Geol., Warszawa: 11–19.
- BLUNSZTAJN J. 1994 – The Elk Syenite intrusion: Rb-Sr and fission track dating, thermal history and tectonic implication. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 144: 73–79.
- BORUCKI J. 1962 – Uran w fosforytach polskich. *Pr. Inst. Geol.*, 30, cz. III: 239–285.
- BRASSINNES S. 2006 – Relation cumulat-liquide dans les massifs alcalins et carbonatitiques. Les cas des massifs de Vuuri yarvi (Peninsule de Kola, Russie) et de Tajno (NE Pologne). These d'Universite Libre de Bruxelles.
- BROCHWICZ-LEWIŃSKI W., POŻARYSKI W., TOMCZYK H. 1983 – Ruchy przesuwne w południowej Polsce w paleozoiku. *Prz. Geol.*, 31: 651–658.
- BUKOWY S. 1964 – Uwagi o budowie geologicznej paleozoiku wschodniego obrzeżenia Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Inst. Geol.*, 184: 5–34.
- BUŁA Z. 2000 – Dolny paleozoik Górnego Śląska i Zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 171: 1–63.
- BUŁA Z., HABRYN R. (red.) 2008 – Atlas geologiczno-strukturalny podłoża paleozoicznego Karpat zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z., ŻABA J. 2005 – Pozycja tectoniczna Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. *Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k. Rybnika*. Państw. Inst. Geol.: 14–42.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., ŻABA J. 1997 – Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (Southern Poland). *Geol. Mag.*, 134: 669–677.
- BUŁA Z., HABRYN R., KRIEGER W., KUREK S., MARKOWIAK M., WOŹNIAK P. 2002 – Mapa geologiczna paleozoiku bez utworów permu 1:200 000. [W:] Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnos Śląskiego i małopolskiego. Państw. Inst. Geol.
- CIEMNIEWSKA M., ZIĘTEK-KRUSZEWSKA A. 1974 – Charakterystyka petrograficzna dolomitów kruszczońskich okolic Gołuchowic. *Kwart. Geol.*, 18 (2): 289–302.
- DEMAIFFE D., WISZNIEWSKA J., BRASSINNES S. 2005 – A petrological-geochemical overview of the Tajno carbonatite complex (NE Poland): comparison with the Kola Carbonatite Province (Russia). *Pr. Spec. Pol. Tow. Min.*, 26: 29–35.
- DEPCIUCH T. 1968 – Geochemia i geneza koncentracji uranu w górnokarbońskich osadach klastycznych niecki śródsudeckiej. *Biul. Inst. Geol.*, 214: 76–180.
- DEPCIUCH T., LIS J., SYLWESTRZAK H. 1975 – Wiek izotopowy K-Ar skał podłoża krystalicznego północno-wschodniej Polski. *Kwart. Geol.*, 19: 759–779.
- DEPOWSKI S. 1975 – Prognozy rozwoju wydobycia ropy naftowej i gazu ziemnego wszechoceanu. *Geologia Dna Morza* (3). *Stud. Mat. Ocean.*, 11: 67–88.
- DEPOWSKI S. 1998 – Złoże ropy naftowej i gazu ziemnego. [W:] Depowski S., Kotliński R., Rühle E., Szamalek K. (red.), *Surowce mineralne mórz i oceanów*. Wyd. Nauk. Scholar, Warszawa.
- DEPOWSKI S., SIECIARZ E. 1978 – Ropo-gazonośność południowego Bałtyku. *Prz. Geol.*, 25: 6–13.
- DEPOWSKI S., KOTLIŃSKI R., RÜHLE E., SZAMALEK K. (red.) 1998 – Surowce mineralne mórz i oceanów. Wyd. Nauk. Scholar, Warszawa.
- DEPOWSKI S., KRÓLICKA J., SIECIARZ E., SIECIARZ K. 1992 – Analiza zasobności gazo- i ropońskich obszarów Polski oraz prognoza efektywności poszukiwań. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, nr arch. 158/97.
- DYMOWSKI W. 1997a – Mineralizacja Zn i Pb w utworach pstręgowca w NE obrzeżeniu GZW na tle budowy geologicznej. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, nr arch. 1248/97.
- DYMOWSKI W. 1997b – Komputerowa archiwizacja próbek i preparatów z rdzeni wiertniczych pochodzących z prac rozpoznawczych złóż Zn-Pb z północnej części regionu śląsko-krakowskiego. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, nr arch. 142/98.
- DZIEDZIC A. 1984 – Elk Syenite intrusion. *Biul. Inst. Geol.*, 347: 39–47.
- DZIEDZIC A., RYKA W. 1983 – Carbonatites in the Tajno intrusion (NE Poland). *Arch. Miner.*, 38 (2): 4–34.
- EKIERT F. 1957 – Warunki geologiczne występowania skał magmowych w Mrzygłodzie w okolicy Zawiercia. *Kwart. Geol.*, 1 (1): 106–112.
- EKIERT F. 1971 – Budowa geologiczna podpermskiego podłoża północno-wschodniego obrzeżenia Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, 66: 5–77.
- EKIERT F. 1976 – Stratabound deposits of metal ores in Central Europe, [W:] Fedak J. (red), *The current metallogenic problems of Central Europe*. *Inst. Geol.*
- EKIERT F. 1978 – Stratygrafia prekambru i starszego paleozoiku w północnym i północno-wschodnim obrzeżeniu Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, 83: 163–169.
- GALICA D., DUNST N., WOŁKOWICZ S. 2016 – Wykorzystanie cyfrowego modelu złoża i harmonogramu produkcji do stworzenia koncepcji zagospodarowania złoża uranu „Rajsk”. *Wiad. Górn.*; 2: 94–99.
- GÓRECKA E. 1972 – Mineralizacja kruszcowa w utworach paleozoicznych północno-wschodniej części obszaru śląsko-krakowskiego. *Acta Geol. Pol.*, 22 (2): 275–326.
- GÓRECKA E. 1991 – Wpływ zjawisk tektonicznych na kształtowanie się złóż Zn-Pb (na przykładzie złoża Klucze, rej. olkuski). *Prz. Geol.*, 39 (3): 137–147.
- GÓRECKA E. 1993a – Geological setting of the Silesian-Cracow Zn-Pb deposits. *Geol. Quart.*, 37 (2): 127–146.
- GÓRECKA E. 1993b – Genetic Model of Zn-Pb Deposit in the Olkusz Ore District (S Poland). *Arch. Miner.*, 49 (2): 24–80.
- HABRYN R., MARKOWIAK M., ŚLÓSZARZ J. 1994 – Perspektywy udokumentowania nowego ciała rudnego w kierunku na NW od złoża molibdenowo-wolframowo-miedziowego Myszków. *Prz. Geol.*, 42 (8): 611–614.
- HARAŃCZYK C. 1994 – Kaledońskie krakowidy jako górotwór transparyjny. *Prz. Geol.*, 42: 893–901.
- JACHOWICZ-ZDANOWSKA M. 2010 – Palinologia kambru dolnego bloku górnos Śląskiego i prekambru bloku małopolskiego w regionie krakowskim. [W:] M. Jachowicz-Zdanowska, Z. Buła (red.), *Mat. Konf. Prekambry i paleozoik regionu krakowskiego*, Kraków, listopad 2010. Państw. Inst. Geol. – PIB: 67–92.
- JEGLIŃSKI W. 2018 – Z kart historii Oddziału Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB. <https://www.pgi.gov.pl/dokumenty-pig-pib-all/oddzial-geologii-morza/50-lat/6227-z-kart-historii-oddzial-u-geologii-morza-pig-pib/file.html>
- JELIŃSKI A. 1965 – Geochemia uranu w granitowym masywie Karkonoszy z uwzględnieniem innych masywów granitoidowych Dolnego Śląska. *Biul. Inst. Geol.* 193: 6–110.
- JĘCZALIK A. 1970 – Geochemia uranu w uranonośnych węglach kamiennych w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, 224: 103–204.
- KACPRZAK R., KERBER B. 1979 – Zmienność rozmieszczenia mineralizacji Zn, Pb w skałach węglanowych triasu północnego obrzeżenia GZW. *Kwart. Geol.*, 23 (2): 363–380.
- KANASIEWICZ J. 1983 – O możliwości występowania karbonatów facji subwulkanicznej w rejonie niecki żyłtawskiej (Sudety Zachodnie). *Kwart. Geol.*, 27, 4: 755–762.
- KANASIEWICZ J. 1987 – Pierwiastki ziem rzadkich. Dolny Śląsk. [W:] R. Osika (red.), *Budowa geologiczna Polski*. T. 6: 369–371. Wyd. Geol., Warszawa.
- KARWOWSKI Ł. 1988 – Ewolucja fluidów mineralotwórczych waryscyjskiej formacji miedziowo-porfirowej krakowidów na przykładzie rejonu Myszkowa–Mrzygłodu. *Pr. Nauk. U.Śl. w Katowicach*, 929: 89.
- KARWOWSKI Ł., LASON K., MARKIEWICZ J., TRUSZEL M. 2005 – Geochemiczno-petrologiczne przesłanki Mo-W-Cu mineralizacji typu złóż porfirowych rejonu krakowsko-lublinieckiego. *Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k. Rybnika*. Państw. Inst. Geol.: 75–79.
- KAULBARZ D., JURYS L., KRAMARSKA R., PRZEZDZIECKI P. 2013 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków z minerałami ciężkimi Ławica Odrzana pola A i B w kat. D. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, nr arch. 1110.
- KIBITLEWSKI S. 1993 – Tectonic control of the origin of Zn-Pb deposits in the Chrzanów region. *Geol. Quart.*, 37 (2): 229–240.
- KIBITLEWSKI S., GÓRECKA E. 1988 – O strukturach tektonicznych w dolomitach kruszczońskich w kopalni Pomorzany (olkuski rejon złóż Zn-Pb). *Prz. Geol.*, 36 (7): 408–413.
- KITA-BADAK M., BADAK J., SAŁDAN M. 1965 – Charakterystyka łupków uranonośnych serii menilitowej w Karpatach Środkowych. *Kwart. Geol.*, 9: 137–156.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. 2012 – Bursztyn w Polsce i na świecie. Wyd. UW, Warszawa.
- KOTAS A. 1985 – Uwagi o ewolucji strukturalnej Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] Trzepierczyński J. (red.), *Tektonika Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego*, Sosnowiec. Wyd. UŚl. Mat. Konf. Nauk.: 17–46.

- KOTLIŃSKI R. 1983 – Geologiczno-surowcowe problemy kruszywa naturalnego w polskiej strefie ekonomicznej Bałtyku. *Mat. Budow.*, 11 (135): 12–15.
- KOTLIŃSKI R. 1984a – Charakterystyka i geneza rozspysk minerałów ciężkich w akwienie Bałtyku Południowego. *Pr. Nauk. Chem. Nieorg. Metalur. Pierw. Rzad.*, 51 (10): 52–62.
- KOTLIŃSKI R. 1984b – Litologia pokrywy osadowej Bałtyku Południowego. [W:] B. Augustowski (red.), *Pobrzeże Pomorskie*. GTN, Gdańsk: 12–37.
- KOTLIŃSKI R. 1985 – Osady dna Ławicy Słupskiej. *Biul. Inst. Geol.*, 352: 5–56.
- KOTLIŃSKI R., MASŁOWSKA M. 1986 – Bursztyn bałtycki: warunki występowania, właściwości, geneza i możliwości jego pozyskiwania. *Peribalticum*, 4: 49–61.
- KRAMARSKA R. 1982 – Skład petrograficzny i morfometria żwirów na Ławicy Słupskiej. *Arch. PIG OGM, Sopot*.
- KRAMARSKA R., SZARAFIN T. 2019 – Mapa geośrodowiskowa Polskich Obszarów Morskich, uzupełniona (w przygotowaniu).
- KRAMARSKA R., ZACHOWICZ J., JEGLIŃSKI W. 2006 – Złoże kruszywa i perspektywy surowcowe w polskich obszarach morskich na nowej mapie w systemie ArcGIS. *Górn. Odkryw.*, 1–2: 174–181.
- KRAMARSKA R., KASIŃSKI R.J., SŁODKOWSKA B. 2019 – Bursztyn. [W:] Szamałek K., Szufflińska M., Mizerski W. (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski*. Państw. Inst. Geol. -PIB (w druku).
- KRYSTKIEWICZ E., KRZEMIŃSKI L. 1992 – Petrology of the alkaline-ultrabasic Tajno massif. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 89: 19–36.
- KRZEMIŃSKA E., WISZNIEWSKA J., WILLIAMS I.S. 2006 – Wczesnokarboński wiek intruzji platformowych w podłożu krystalicznym NE Polski. *Prz. Geol.*, 54 (12): 1093–1098.
- KUBICKI S. 1992 – An outline of geological structure of the Tajno Massif. *Pr. Inst. Geol.*, 89: 7–14.
- KUŹNIAR C. 1928 – O powstaniu iłów wtritolowych. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 19 (200): 35.
- KUŹNIAR C. 1930a – Złoże cynku i ołowiu w Jaworznie i Długoszyńcu. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 25: 15–16.
- KUŹNIAR C. 1930b – Złoże cynku i ołowiu na kopalni Ulisses. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 28: 17–18.
- KUŹNIAR C. 1932 – Złoże rud ołowiu w okolicy Siewierza, *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 7 (1): 3–75.
- LIS J. 1970 – Geochemia niektórych pierwiastków w granitoidowym masywie Karkonoszy. *Biul. Inst. Geol.*, 224: 5–102.
- LIS J., SYLWESTRZAK H. 1979 – Episyjenity i perspektywy występowania śródogranitowych złóż uranu w masywie Karkonoszy. *Prz. Geol.*, 27: 223–228.
- ŁASZKIEWICZ A. 1960 – Skały i minerały krystalicznego podłoża Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, 4 (4): 819–824.
- MARCINKOWSKI B. 1992 – Ore mineralization of the Tajno massif. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 89: 79–84.
- MARKIEWICZ J., ŚLÓSZARZ J., TRUSZEL M. 1993 – Pozycja geologiczna mineralizacji Cu-Mo-W w paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *Pr. Spec. Pol. Tow. Min.*, 3: 47–54.
- MARKOWIAK M. 2008 – Złoże polimetaliczne Mo-W-Cu Myszków. *Prz. Górn.*, 64 (9–10): 57–64.
- MARKOWIAK M. 2015 – Charakterystyka mineralizacji kruszcowej na tle przeobrażeń termiczno-metasomatycznych skał w rejonie Żarek–Kotowic. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 203: 1–74.
- MASŁOWSKA M. 1991 – Zasoby żwirów w obszarze południowo-bałtyckim. *Inż. Mors. Geotech.*, 3: 93–94.
- MASŁOWSKA M. 2005 – Złoże kruszywa naturalnego w Polskiej części Morza Bałtyckiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 416: 5–43.
- MASŁOWSKA M., MICHAŁOWSKA M. 1988 – Dokumentacja zasobowa w kategorii C2 złoże kruszywa naturalnego. [W:] *Zatoka Koszalińska*. Arch. Państw. Inst. Geol., OGM, Gdańsk.
- MASŁOWSKA M., MICHAŁOWSKA M. 1990 – Dokumentacja zasobowa w kategorii C2 złoże kruszywa naturalnego. [W:] *Południowa Ławica Środkowa*. Arch. Państw. Inst. Geol., OGM, Gdańsk.
- MASŁOWSKA M., KRAMARSKA R., NOWAK B., UŚCINOWICZ S., ZAMORSKI J. 1985 – Dokumentacja zasobowa w kategorii C1 i C2 złoże kruszywa naturalnego. [W:] *Ławica Słupska*. Arch. Państw. Inst. Geol., OGM, Gdańsk.
- MIECZNIK J.B. 1989a – O mineralizacji uranowej w permo-karbońskie depresji śródsudeckiej. *Prz. Geol.*, 37: 485–488.
- MIECZNIK J. B. 1989b – Utwory wyższego silezu i autunu dolnego północno-wschodniego skrzydła depresji śródsudeckiej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 363: 5–39.
- MIECZNIK J.B., STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S. 2011 – Uran w Polsce – historia poszukiwań i perspektywy odkrycia złóż. *Prz. Geol.*, 49: 688–697.
- MIKULSKI S.Z. 1998 – Złotonośna mineralizacja kruszcowa z Barda Śląskiego (Sudety Środkowe). *Prz. Geol.*, 46: 1261–1267.
- MIKULSKI S.Z. 1999 – Złoto z Radzimowic w Górach Kaczawskich (Sudety) – nowe dane geochemiczne i mineralogiczne. *Prz. Geol.*, 47: 999–1005.
- MIKULSKI S.Z. 2000 – Poszukiwania mineralizacji scheelitowo-złotonośnej w rejonie makroenkławy Ptasznika na intruzji kłodzko-złotostockiej w Sudetach. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 391: 5–88.
- MIKULSKI S.Z. 2005 – Geological, mineralogical and geochemical characteristics of the Radzimowice Au-As-Cu deposit from the Kaczawa Mts. (Western Sudetes, Poland) – an example of the transition of porphyry and epithermal style. *Miner. Dep.*, 39: 904–920.
- MIKULSKI S.Z. 2007 – The late-Variscan gold mineralization in the Kaczawa Mountains, Western Sudetes. *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, 22: 1–162.
- MIKULSKI S.Z. 2011 – Gold-chalcedony overprint on the auriferous sulphide ores in the Kaczawa Mountains. *Arch. Miner. Monogr.*, 2: 85–97.
- MIKULSKI S.Z. 2014 – Występowanie telluru i bizmutu w złotonośnych siarczkowych rudach polimetalicznych w Sudetach (SW Polska). *Gosp. Sur. Miner.*, 30 (2): 15–34.
- MIKULSKI S.Z. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1:200 000: pierwotne rudy złota towarzyszące mineralizacji siarczkowej na Dolnym i Górnym Śląsku oraz w Małopolsce. *Prz. Geol.*, 63: 546–555.
- MIKULSKI S.Z., SPECZIK S. 2016 – The auriferous ore mineralization and its zonal distribution around the Variscan Kłodzko-Złoty Stok granitoid pluton in the Sudetes (SW Poland) – an overview. *Geol. Quart.*, 60: 650–674.
- MIKULSKI S.Z., STEIN H.J. 2012 – Wiek molibdenitów w Polsce w świetle badań izotopowych Re-Os. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 452: 199–216.
- MIKULSKI S.Z., STEIN H.J. 2012 – Wiek molibdenitów w Polsce w świetle badań izotopowych Re-Os. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 452: 199–216.
- MIKULSKI S.Z., STEIN H.J. 2017 – Wiek izotopowy Re-Os siarczkowej mineralizacji Cu-Ag oraz jej charakterystyka mineralogiczna i geochemiczna – obszar złożowy Lubin – Polkowice (SW Polska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 468: 79–96.
- MIKULSKI S.Z., WILLIAMS I.S. 2014 – Zircon U-Pb dating of igneous rocks from the Radzimowice and Wielisław Złotoryjski auriferous polymetallic deposits, Sudetes, SW Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 84: 213–233.
- MIKULSKI S.Z., MARKEY R.J., STEIN H.J. 2005 – Re-Os ages for auriferous sulfides from the gold deposits in the Kaczawa Mountains (SW Poland). [W:] J. Mao, F.P. Bierlein (red.), *Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge*. Springer: 793–796.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., OSZCZEPALSKI S. 2008 – Złoto w żyłach kwarcowo-siarczkowych z wiercenia DB-4 (rejon Doliny Będkowskiej, południowa Polska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 429: 99–112.
- MIKULSKI S.Z., WILLIAMS I.S., MARKOWIAK M. 2019 – Carboniferous-Permian magmatism and Mo-Cu-(W) mineralization in the contact zone between the Małopolska and Upper Silesia Blocks (S Poland) – an echo of Baltica-Gondwana collision. *Intern. J. Earth Sci.*, DOI: 10.1007/s00531-019-01715-9
- MIKUSZEWSKI J. 1974 – Wstępne wyniki badań nad występowaniem pierwiastków ziem rzadkich w rejonie Bogatyni. *Kwart. Geol.*, 18 (4): 883–885.
- MIZERSKI W. 2019 – Wielkie odkrycia surowcowe Państwowego Instytutu Geologicznego. *Prz. Geol.*, 67: 570–577.
- MOJSKI J.E. (red.) 1989–1995 – Mapa geologiczna dna Bałtyku. Państw. Inst. Geol.
- OSZCZEPALSKI S. 2007 – Mineralizacja Au-Pt-Pd w cechsztyńskiej serii miedzionośnej na obszarach rezerwowych górnictwa miedzowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 423: 109–124.
- OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A. 1998 – Złoto, platyna i pallad w złożu Lubin-Sieroszowice na podstawie danych z otworów wiertniczych. *Pol. Tow. Min. Pr. Spec.*, 10: 51–70.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., MIKULSKI S.Z., LASON K., BUŁA Z., HABRYN R. 2010 – Porfirowa mineralizacja Mo-Cu-W w utworach prekambryjsko-paleozoicznych – analiza prognostyczna strefy kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 439: 339–354.
- OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S., WOJCIECHOWSKI A. 2011 – Gold mineralizations in the Kupferschiefer oxidized series of the North Sudectic trough, SW Poland. *Arch. Miner. Monogr.*, 2: 153–168.
- OSZCZEPALSKI S., WISZNIEWSKA J., MIKULSKI S. 2018 – Badania złóż surowców metalicznych przez Państwowy Instytut Geologiczny. *Prz. Geol.*, 66 (9): 529–541.
- PAWŁOWSKA J. 1978 – Ocena poglądów na powstanie śląsko-krakowskich złóż rud cynku i ołowiu. *Pr. Inst. Geol.*, 83: 295–300.
- PAWŁOWSKA J. (red.) 1978 – Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Pr. Inst. Geol.*, 83.
- PAWŁOWSKA J. 1982 – Wpływ warunków sedymentacyjnych oraz procesów diagenetycznych na powstanie dolomitów kruszczośnych i złóż Zn-Pb na obszarze śląsko-krakowskim. *Biul. Inst. Geol.*, 342: 5–38.
- PAWŁOWSKA J. 1985 – Rozwój facjalny morskich utworów triasu na obszarze śląsko-krakowskim. *Biul. Inst. Geol.*, 349: 41–92.
- PAWŁOWSKA J., SZUWARZYŃSKI M. 1979 – Sedimentary and Diagenetic Processes in the Zn-Pb Host Rocks of Trzebieńka. *Pr. Inst. Geol.*, 95: 13–58.

- PAWŁOWSKA J. i in. (red.) 1979 – Research on the Genesis of Zinc-Lead Deposits of Upper Silesia Poland. Pr. Inst. Geol., 95: 1–151.
- PIEKARSKI K. 1971 – Perspektywy występowania złóż miedziowo-molibdenowych w utworach staropaleozoicznych północno-wschodniego obrzeżenia GZW. Kwart. Geol., 15: 710–711.
- PIEKARSKI K., GAJOWIEC B., HABRYN R., KARWASIECKA M., KURBIEL H., ŁUSZCZKIEWICZ A., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., SIEMIŃSKI A., STĘPNIEWSKI M., TRUSZEL M. 1993 – Dokumentacja geologiczna złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych Myszków w kategorii C2. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB.
- PODEMSKI M. (red.) 2001 – Paleozoic porphyry molybdenum-tungsten deposit in the Myszków area, southern Poland. PGI Spec. Pap., 6: 1–87.
- POMYKAŁA J. 1974 – Skład chemiczny i mineralny utworów węglanowych triasu obszaru zawierciańskiego. Kwart. Geol., 18 (4): 749–760.
- POMYKAŁA J. 1975a – Wykorzystanie badań analitycznych do ustalenia profili litologiczno-stratygraficznych skał węglanowych triasu rejonu Siewierz–Zawiercie. Pr. Geol., 23 (11): 545–547.
- POMYKAŁA J. 1975b – Korelacja dolomitów kruszczoonych w przekrojach otworów wiertniczych rej. Zawiercia. Pr. Geol., 23 (12): 592–595.
- POŻARYSKI W., KOTAŃSKI Z. 1979 – Rozwój tektoniczny bajkalski oraz kaledońsko-waryscyjski przedpola wschodnioeuropejskiej platformy w Polsce. Kwart. Geol., 23: 7–23.
- POŻARYSKI W., GROCHOLSKI A., TOMCZYK H., KARNKOWSKI P., MORYC W. 1992 – Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. Pr. Geol., 40: 643–651.
- PRZENIOSŁO S. 1970 – Geochemia uranu w aluwjach wschodniej części obszaru metamorfiku Łądką i Śnieżnika Kłodzkiego. Biul. Inst. Geol., 224: 205–298.
- PRZENIOSŁO S. 1974 – Cynk i ołów w utworach węglanowych triasu rej. zawierciańskiego. Biul. Inst. Geol., 278 (12): 115–200.
- PRZENIOSŁO S. 1976 – An outline of the metallogeny of zinc and lead ores in the Silesian-Cracovian region. [W:] Fedak J. (red.), The current metallogenic problems of Central Europe. Inst. Geol.
- PRZENIOSŁO S. 1978 – Prawidłowości rozmieszczenia złóż i przesłanki poszukiwawcze. Pr. Inst. Geol., 83: 311–318.
- PRZENIOSŁO S., STĘPNIEWSKI M., WIELGOMAS L. 1974 – Mineralizacja galenowo-sfalerytowa piaskowców dolnego triasu z rejonu Koziegłów. Kwart. Geol., 18 (2): 279–285.
- PRZEWŁOCKI K., MAGDA W., THOMAS H.H., FAUL H. 1962 – Age of some granitic rocks in Poland. Geochim. Cosmochim. Acta, 26: 1069–1075.
- RÜHLE E. 1968 – Stan badań geologicznych południowego Bałtyku i kierunki ich rozwoju. Nauka Polska, 3 (73): 42–50.
- RÜHLE E. 1974 – Eksploatacja zasobów morza – surowców mineralnych do 2000 r. *Prognoza Polska na morzu 2000*. Pr. Geol., 22 (12): 585–587.
- RÜHLE E. 1975 – Rudy metali, węgle i surowce skalne Wszechocanu. Geologia Dna Morza (3). Stud. Mat. Oceanolog., 11: 89–108.
- RÜHLE E. 1977 – Stan rozpoznania budowy geologicznej dna Oceanu Atlantyckiego. Tech. Poszuk. Geol., 15, z. 3 (75): 32–40.
- RÜHLE E. 1978 – Mapa osadów czwartorzędowych dna Morza Bałtyckiego w skali 1:25 00000. Oceanologia, 10: 51–64.
- RÜHLE E. 1982a – Budowa geologiczna dna południowej części Morza Bałtyckiego w świetle polskich badań prowadzonych w latach 1965–1980. [W:] Jemielianow J.M., Gudelis W.K. (red.), Geologia Morza Bałtyckiego. Wyd. Geol., Warszawa: 378–412.
- RÜHLE E. 1982b – Surowce mineralne Oceanu Atlantyckiego. [W:] Rühle E., Zalewski J. (red.), Ocean Atlantycki, PWN, Warszawa: 184–201.
- RYKA W. 1992 – Geology of the Tajno Massif carbonatites. Pr. Państw. Inst. Geol., 89: 43–78.
- RYKA W. 1994 – Geology and evolution of the Elk syenite massif. Pr. Państw. Inst. Geol., 144.
- SALDAN M. 1965 – Metalogeneza uranu w utworach karbońskich Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol., 193: 111–169.
- SALDAN M., STRZELECKI R. 1980 – Uranium in the Bunter sediments in the Polish area. Biul. Inst. Geol., 328: 95–103.
- SIATA E. (red.) 2007 – Dokumentacja geologiczna złoża rud molibdenowo-wolframowo-miedziowych w Myszkowie w kategorii C2. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- SMAKOWSKI T., WOŁKOWICZ S., MIECZNIK J.B. 2013 – Możliwe źródła zaopatrzenia w paliwo potencjalnych elektrowni jądrowych w Polsce. Zesz. Nauk. IGSMiE, 85: 295–307.
- SPECZIK S., WOJCIECHOWSKI A. 1997 – Złotonośne utwory z pogranicza czerwonego spągowca i cechsztynu niecki północnosudeckiej w okolicach Nowego Kościola. Pr. Geol., 45: 872–874.
- SPECZIK S., RYDZEWSKI A., OSZCZEPALSKI S., PIESTRZYŃSKI A. 1997 – Exploration for Cu-Ag and Au-Pt-Pd Kupferschiefer-type deposits in SW Poland. [W:] H. Papunen (red.), Mineral Deposits. Balkema, Rotterdam: 119–122.
- STĘPNIEWSKI M., CIEMNIEWSKA M., ZIĘTEK-KRUSZEWSKA A. 1980 – Badania defektów sieci krystalicznej dolomitów ze śląsko-krakowskiego obszaru występowania rud cynku i ołowiu. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 4729/778.
- STRZELECKI R. 1988 – Mineralizacja uranowa utworów środkowego pstrego piaskowca na obszarze syneklizy perybałtyckiej. Pr. dokt. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S. 2019 – Historia badań pierwiastków promieniotwórczych w PIG. Pr. Geol., 67: 75–90.
- SYLWESTRZAK H. 1972 – Geochemia uranu w młodopaleozoicznych wulkanitach Dolnego Śląska na tle ogólnego zróżnicowania geochemicznego tych skał. Biul. Inst. Geol., 259: 5–92.
- SZAMAŁEK K. 2016a – Bursztyn jako surowiec strategiczny. Biul. Państw. Inst. Geol., 466: 291–296.
- SZAMAŁEK K. 2016b – Prawno-ekonomiczne aspekty poszukiwania i wydobywania bursztynu w Polsce. [W:] Gazda L. (red.), Lubelski bursztyn – znaleziska, geologia, złoża, perspektywy. Wyd. PWSZ Chełm: 106–116.
- SZAMAŁEK K., UŚCINOWICZ S., ZGLINICKI K. 2018 – Rare earth elements in Fe-Mn nodules from the southern Baltic Sea – a preliminary study. Biul. Państw. Inst. Geol., 472: 199–212.
- SZATKOWSKI K., DYMOWSKI W. 1995 – Komputerowa baza danych geologiczno-surowcowa utworów mezozoicznych północnego obrzeżenia GZW. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 137/98.
- SZEWCZYK J. 1987 – Możliwość geofizycznego prognozowania stref mineralizacji uranowej w utworach triasu na obszarze syneklizy perybałtyckiej. Pr. Geol., 35: 394–402.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.) 2018 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce (wg stanu na 31.12.2017r.). Państw. Inst. Geol.
- ŚLÓSZARZ J. 1988 – Przejawy mineralizacji wolframowej w paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. Pr. Geol., 36: 387–390.
- ŚLÓSZARZ J. 2001 – Mineralogical characteristics of the mineralisation. Państw. Inst. Geol. Spec. Pap., 6: 43–49.
- TROKOWICZ D. 1998 – Genesis of ferromanganese nodules in the Baltic Sea. Pr. Państw. Inst. Geol., 163.
- UBERNA J. 2005 – Polskie ekspedycje geologiczne w Mongolii. [W:] Śliżewski W., Salski W., Werner Z. (red.), Polscy geolodzy na pięciu kontynentach. Państw. Inst. Geol.: 102–109.
- UŚCINOWICZ S., SZEFER P., SOKOŁOWSKI K. 2011 – Trace elements in the Baltic Sea Sediments. [W:] S. Uściniowicz (red.), Geochemistry of Baltic sea surface sediments. Pol. Geol. Inst. – NRI: 214–274.
- WERNER Z. 2005 – Wietnam. Badanie złóż metali ziem rzadkich. [W:] Śliżewski W., Salski W., Werner Z. (red.), Polscy geolodzy na pięciu kontynentach. Państw. Inst. Geol.: 165–166.
- WIELGOMAS L. 1959 – Dokumentacja geologiczna złoża rud cynku i ołowiu „Bibiela-Kalety” w kat. C2, pow. Tarnowskie Góry, woj. Katowickie. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 4628/238.
- WIELGOMAS L. 1960 – Dokumentacja geologiczna złoża rud cynku i ołowiu, rejon Krzykawka–Laski, pow. Będzin, woj. katowickie. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 4729/526.
- WIELGOMAS L. 1972 – Dokumentacja geologiczna złoża rud cynku i ołowiu, rejon Gołuchowice. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 9986.
- WIELGOMAS L. 1980 – Dokumentacja geologiczna złoża rud cynku i ołowiu „Marciszów” w kat. C2. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 5661.
- WIELGOMAS L. 1986 – Dokumentacja geologiczna rejonu Żarki-Zachód w północnej części obszaru śląsko-krakowskiego. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 4629/345.
- WOJCIECHOWSKI A. 2011 – Gold and cooper in the western part of the North-Sudetic trough. Arch. Miner. Monogr., 2: 169–177.
- WOŁKOWICZ S. 1988 – O sedimentacji dolnopermskich łupków walchowych z Ratna Dolnego (depresja śródsudecka). Pr. Geol., 36: 214–218.
- WOŁKOWICZ S. 1992 – Geneza mineralizacji uranowej w dolnopermskich łupkach walchowych (depresja śródsudecka) na tle wykształcenia litofacjalnego. Pr. Geol., 40: 212–216.
- WOŁKOWICZ S. (red.) 1992 – Badania geologiczno-poszukiwawcze złóż rud Zn-Pb w północnej części regionu śląsko-krakowskiego, obszar Boronów–Niegowa. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, nr arch. 1248/97.
- WYCZÓŁKOWSKI J. 1971 – Wpływ morfologii powierzchni podłoża paleozoicznego na sedimentację osadów piaskowca pstrego i wapienia muszlowego dolnego. Biul. Inst. Geol., 243 (11): 121–163.
- WYCZÓŁKOWSKI J. 1974 – Stratygrafia piaskowca pstrego i dolnego wapienia muszlowego północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol., 278: 71–114.
- WYCZÓŁKOWSKI J. 1978 – Osady triasu dolnego i środkowego. Pr. Inst. Geol., 83: 79–104.
- WYCZÓŁKOWSKI J. 1982 – Transgresja morza triasowego na obszarze północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol., 342: 39–77.
- ZAJACZKOWSKI W. 1968 – Poszukiwania złóż uranu metodami geochemicznymi na wybranych obszarach Sudetów. Biul. Inst. Geol., 214: 5–66.
- ZIĘTEK-KRUSZEWSKA A. 1978 – Charakterystyka mineralogiczna siarczków w utworach triasowych. Pr. Inst. Geol. 83: 211–215.
- ŻABA J. 1999 – Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. Pr. Państw. Inst. Geol., 166.