

## Obszary i zasoby perspektywiczne wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce na mapach w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego

Stanisław Z. Mikulski<sup>1</sup>, Sławomir Oszczepalski<sup>1</sup>, Grzegorz Czapowski<sup>1</sup>, Andrzej Gąsiewicz<sup>1</sup>,  
Katarzyna Sadłowska<sup>1</sup>, Marek Markowiak<sup>2</sup>, Eugeniusz Sztromwasser<sup>3</sup>, Krzysztof Bukowski<sup>4</sup>,  
Dorota Giełżecka-Mądry<sup>5</sup>, Bożena Strzelska-Smakowska<sup>4</sup>, Andrzej Paulo<sup>4</sup>,  
Marek Michniewicz<sup>3</sup>, Barbara Radwanek-Bąk<sup>6</sup>, Andrzej Chmielewski<sup>1</sup>,  
Sławomir Mądry<sup>5</sup>, Paweł Kuć<sup>6</sup>, Małgorzata Sikorska-Maykowska<sup>1</sup>,  
Jacek Koźma<sup>3</sup>, Anna Bliźniuk<sup>1</sup>, Monika Piotrowska<sup>1</sup>, Paulina Kostrz-Sikora<sup>1</sup>

**The prospective areas and resources of metal ores and chemical raw materials in Poland on the maps at a scale of 1 : 200,000 with their resource assessment in relation to environmental and spatial conflicts.** *Prz. Geol.*, 64: 657–670.

*Abstract:* As part of the tasks performed by the Polish Geological Survey (Polish Geological Institute – National Research Institute), 260 prospective maps (MOP) at a scale of 1 : 200,000 have been developed in the period of 2013–2015. These maps were designed for metal ores (Cu-Ag, Zn-Pb, Mo-W, Ni, Sn, Au, Pt, Pd and Zn oxide ore – galmas) and chemical raw materials (rock and potash salts, gypsum, anhydrite and native sulphur), in relation to the assessment of raw materials resources and environmental restrictions and land use planning. The total surface of prospective territories projected onto the surface area is ~15.25 thousand km<sup>2</sup> for metal ores and ca. 52.5 thousand km<sup>2</sup> for chemical raw materials. The estimated resources of predicted ore deposits (prognostic and prospective) are approx. 42.2 million Mg of Cu and 75 thousands Mg of Ag (12 prospective areas), ca. 20 million Mg of Zn-Pb ores (in 4 prospective areas), 32 million Mg of Ni ores of weathering type (10 prospective areas), from 9.4 to 21.5 Mg of Au encountered by orogenic vein and metasomatic deposits (7 prospective areas), and ca. 22 million Mg of Sn ores. The estimated prognostic and prospective resources of chemical raw materials (at a depth of not more than 2000 m) are: ca. 4.059 trillion Mg of rock salt (68 prospective areas) and ca. 3638.1 million Mg of potash (12 prospective areas), as well as ca. 575.6 billion Mg of gypsum and anhydrite, and 202 million Mg of native sulphur (prognostic resources). In the assessment of environmental conflicts and land use planning, 125 information data sheets developed environmental conditions for prospective areas (with the exception of rock salts, which are discussed in the regional aspect). Development of the designated prospective areas may be important in the future to ensure the availability of raw material safety, not only for Poland, but also for the European Union, thus contributing positively to economic growth and prosperity of local communities.

**Keywords:** prospective areas, metal ores, chemical raw materials, environmental constraints, spatial conflict, maps, Poland

W artykule zostało przedstawione podsumowanie wyników prac uzyskanych w trakcie realizacji projektu badawczego pt. „Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego”. Wykonano go w ramach zadań Państwowej Służby Geologicznej (PSG) ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Mikulski i in., 2015b). Jednym z kluczowych zadań PSG, której funkcję pełni Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) na podstawie ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Ustawa, 2011), jest zapewnienie bezpieczeństwa surowcowego kraju przez prognozowanie i rejestrację wystąpień oraz ocenę zasobów kopalin naturalnych. Szczególnie ważnym dla planowania rozwoju gospodarczego kraju jest wskazanie miejsc występowania potencjalnych złożowych nagromadzeń poszczególnych

typów surowców oraz oszacowanie ich przypuszczalnych zasobów. Szacunki takie, mimo założonego wysokiego stopnia uogólnienia, ilustrują potencjał surowcowy kraju w świetle aktualnego stanu wiedzy geologicznej i w miarę pozyskiwania nowych danych muszą być okresowo aktualizowane. W ubiegłorocznym wrześniowym numerze Przeglądu Geologicznego w 5 artykułach zaprezentowano szczegółowe dane odnośnie obszarów i zasobów perspektywicznych rud Cu-Ag (Oszczepalski & Chmielewski, 2015), rud złota typu żyłowego i metasomatycznego (Mikulski, 2015b), rud wietrzeniowych niklu (Mikulski & Sadłowska, 2015), soli kamiennych, potasowych i potasowo-magnezowych oraz siarki (Czapowski i in., 2015), anhydrytów i gipsów (Sztromwasser i in., 2015). Dodatkowo w dwóch artykułach (Sikorska-Maykowska i in., 2015; Koźma, 2015) przedstawiono ocenę konfliktów środowiskowych, które mogłyby się pojawić w przypadku zagospodarowania obszarów perspektywicznych kopalin w odniesieniu do

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; stanislaw.mikulski@pgi.gov.pl.

<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec.

<sup>3</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, ul. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław.

<sup>4</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, im. S. Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków.

<sup>5</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 29-953 Kielce.

<sup>6</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków.

elementów ochrony środowiska oraz zagospodarowania przestrzennego.

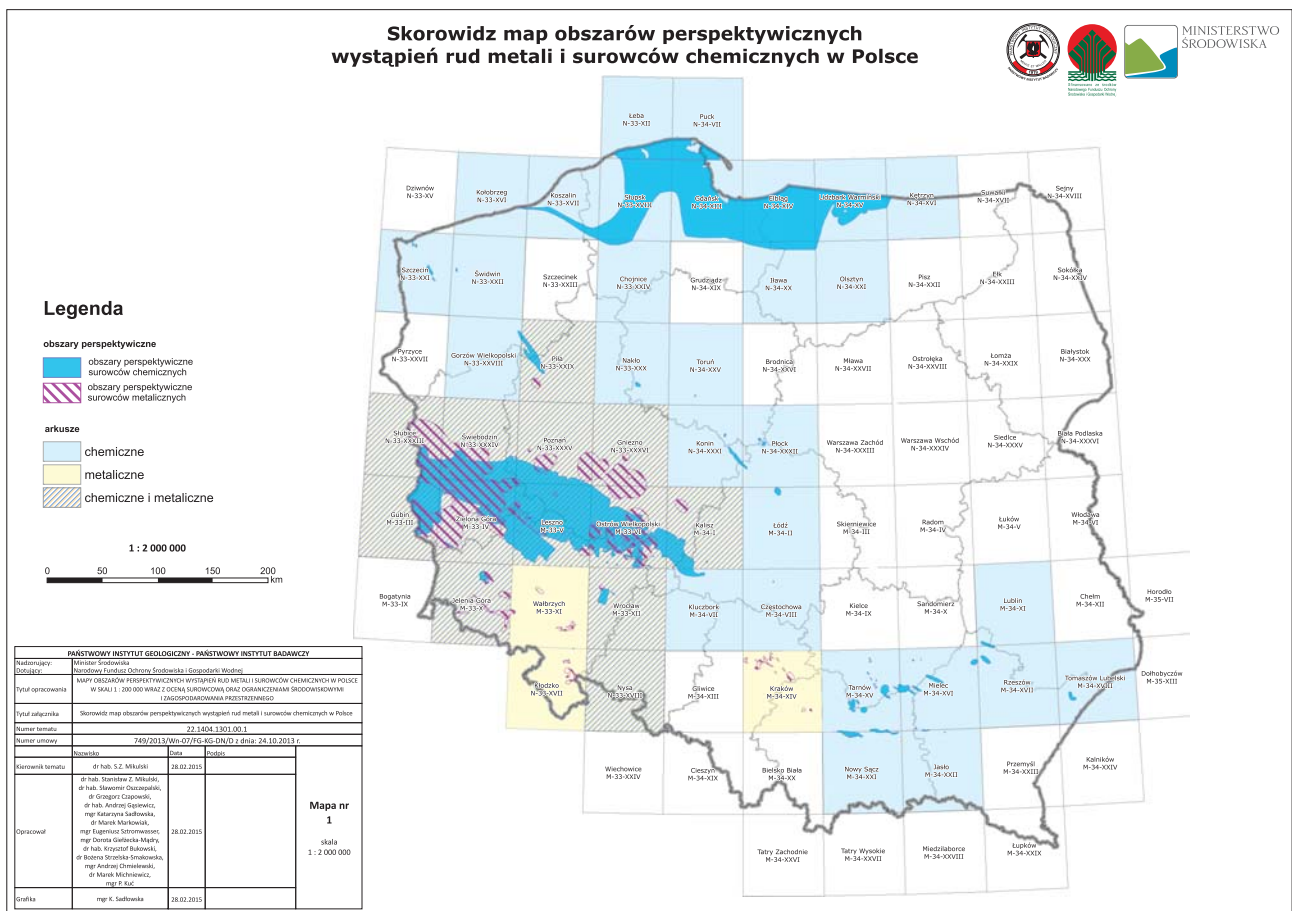
Wykonane opracowanie jest kolejną w historii instytutu próbą określenia i oszacowania zasobów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce. Wcześniej niepublikowane opracowanie prognoz surowcowych dotyczyły wszystkich głównych rodzajów kopalin występujących w Polsce (Osika, 1979; Bednarczyk i in., 1980; Bolewski & Gruszczyk, 1986; Bąk & Przeniosło, 1993). Ostatnie opracowanie tego typu opublikowano w 2011 r. (Wołkiewicz i in., 2011), na podstawie rozpoznania geologicznego wystąpień kopalin wg stanu na 2009 r.

Dane odnośnie obszarów i wielkości zasobów przedstawione w najnowszym opracowaniu PSG i niniejszym artykule różnią się od wcześniejszych szacunków, wskutek zarówno modyfikacji przyjętych założeń wyznaczania zasobów dla poszczególnych typów kopalin, jak i uwzględnienia nowych danych geologicznych. Ponadto, po raz pierwszy wzięto pod uwagę także możliwe konflikty w przypadku zagospodarowania wskazanych wystąpień, wynikające z uwarunkowań środowiskowych i stopnia zagospodarowania przestrzennego terenu.

### METODYKA I ZAKRES

Z zastosowaniem metody GIS i oprogramowania ArcGIS 9.3.1. sporządzono 260 arkuszy map na podkładach topograficznych obrazujących perspektywy wystąpień złóż rud metali (Cu-Ag, Zn-Pb, Au, Mo-W, Sn, Ni i platy-

nowców – PGE) i wybranych surowców chemicznych (sól kamienna, sole K-Mg, siarka, gipsy i anhydryty). Obszary perspektywiczne dla ww. kopalin objęły 45 arkuszy map, zestawionych w układzie współrzędnych „1992” w skali 1 : 200 000 (ryc. 1). Do wykonania map wykorzystano następujące warstwy informacyjne: otwory wiertnicze i złoża z Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG), warstwę pokrycia terenu Corine Land Cover (Corine, 2002) oraz warstwę „ochrona przyrody i krajobrazu” MgŚP (parki narodowe, parki krajobrazowe, rezerваты, obszary Natura 2000, obszary chronionego krajobrazu i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe; Mikulski, 2015a). W przypadku 130 arkuszy obrazujących perspektywy surowcowe wykonano podkłady „konfliktowości”, które zawierają informacje o obszarach przyrody chronionej, a dla pozostałych 130 arkuszy – podkłady przedstawiające dodatkowo wynik nałożenia elementów środowiska i zagospodarowania przestrzennego. W zakresie oceny ww. konfliktów opracowano ponad 125 kart uwarunkowań środowiskowych dla każdego z obszarów perspektywicznych. W każdym z rozdziałów opisujących obszary perspektywiczne kopalin opracowano wykazy bibliograficzne prac publikowanych oraz opracowań archiwalnych. Na mapach umieszczono podstawowe elementy zilustrowane w odrębnych objaśnieniach i dostosowane do specyfiki danego typu kopaliny. Na przykład dla anhydrytów i gipsów zaznaczono zasięg zasobów przewidywanych (z podziałem na zasoby prognostyczne i perspektywiczne) ustalony na podstawie przyjętych kryteriów oraz wybranych otworów wiertniczych, wyznaczających



Ryc. 1. Obszary perspektywiczne wystąpień rud metali i surowców chemicznych na tle podziału administracyjnego Polski  
Fig. 1. Prospective areas of metal ores and chemical raw materials on the background of administrative division of Poland

zasięg zasobów przewidywanych. W przypadku soli kamiennych obszary wystąpienia zasobów przewidywanych (tzw. obszary perspektywiczne) zostały opatrzone nazwami pochodzącymi od udokumentowanych złóż (w sytuacji, gdy z nimi sąsiadują lub je otaczają) bądź od najbliższej miejscowości. Tak wyznaczone obszary mogą obejmować kilka sąsiadujących arkuszy map, a w przypadku niewielkiego rozprzestrzenienia i występowania kilku obszarów w bliskim sąsiedztwie zostały zgrupowane w większe „rejony perspektywiczne”.

Na komentarz tekstowy do map zasobów perspektywicznych danej kopaliny składają się dwie części:

– karta informacyjna obszaru bądź rejonu perspektywicznego (powiązana z arkuszami map), zawierająca w zwartej formie podstawowe informacje o jego lokalizacji i uwarunkowaniach środowiskowych, zestawienie tabelaryczne głównych parametrów złoża i kopaliny oraz wielkość oszacowanych zasobów;

– tekst podsumowujący, ukazujący łączne zasoby przewidywane danej kopaliny (ujęte też w miarę możliwości w formie tabelarycznej) wraz z opisem i ogólną oceną możliwości ich zagospodarowania oraz uwarunkowania środowiskowe.

Zostały opracowane również opisowe modele genetyczno-ilościowe dla złóż różnych kopaliny, aby było możliwe odniesienie wydzielonych obszarów perspektywicznych do złóż udokumentowanych w różnym okresie i przy odmiennych kryteriach bilansowości. Opracowano m.in. modele dla złóż rud metali w Polsce: stratoidalnych cechsztyńskich złóż Cu-Ag, złóż rud siarczkowych Zn-Pb typu doliny rzeki Missisipi (MVT – *Mississippi Valley Type*) z obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, rud żyłowych, metasomatycznych i stratoidalnych złota, porfirowych rud Mo-Cu-W z obszaru kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim, wietrzeniowych rud niklu na bloku przedsudeckim oraz różnych typów rud tlenowych cynku (galmanów). Zestawiono również typowe formy wystąpienia surowców chemicznych w Polsce (np. pokładowe, fałdowo-pokładowe i diapirowe wystąpienia soli kamiennej).

### KRYTERIA WYDZIELANIA OBSZARÓW PERSPEKTYWICZNYCH I ZASOBÓW

Przedstawione w artykule dane liczbowe w zakresie perspektywicznych zasobów kopaliny metalicznych i chemicznych są zaktualizowaną i rozszerzoną w zakresie ww. grup kopaliny wersją „Bilansu perspektywicznych zasobów kopaliny Polski wg stanu na koniec 2009 r.” (Wołkowicz i in., 2011). Dla większości kopaliny wydzielania obszarów perspektywicznych i zasobów rud metali oraz surowców chemicznych dokonano, przyjmując graniczne wartości parametrów definiujących złoża i jego granice, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Rozporządzenie, 2011). Jednak np. w przypadku złóż rud Cu-Ag, soli kamiennych i potasowo-magnezowych oraz anhydrytów wprowadzono autorskie parametry, m.in. głębokości zalegania kopaliny, które umożliwiają wyznaczenie obszarów perspektywicznych poniżej 1500 m. Rozporządzenie z 2011 r., zmieniło poprzednie wytyczne z 2001 r. odnośnie kryteriów bilansowości dla kopaliny (Rozporządzenie, 2001) oraz w przypadku dokumentowania złóż rud miedzi, w kat. C<sub>2</sub> lub

wyższej, Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2005 r. (Rozporządzenie, 2005). Zmiany wprowadzone Rozporządzeniem z 2011 r., są bardzo istotne, gdyż ustawodawca zrezygnował z wydzielania kryteriów dla zasobów bilansowych i pozabilansowych, wprowadzając w zamian parametry graniczne, umożliwiając tym samym inwestorowi przeprowadzenie własnego rachunku ekonomicznego przy szacowaniu zasobów danej kopaliny w złożu. W przypadku niektórych kopaliny brak zmian lub są to zmiany, które dotyczą jednego albo dwóch dotychczasowych kryteriów. Na przykład zmiana głębokości dokumentowania złóż rud Cu-Ag (z 1250 m na 1500 m), czy jak w przypadku rud wietrzeniowych niklu zmniejszeniu uległa minimalna zawartość niklu w próbce konturującej złożo oraz minimalna średnia ważona zawartość niklu w profilu złoża wraz z przerostami (w obydwu przypadkach zmniejszono wartości z 0,5 do 0,3% Ni). W opracowaniu źródłowym (Mikulski i in., 2015b), jak również w artykułach zamieszczonych w 2015 r. w Przeglądzie Geologicznym (Prz. Geol., 63: 531–581), podano parametry graniczne dla wydzielenia obszarów perspektywicznych oraz przewidywanych zasobów poszczególnych kopaliny.

Podziału obszarów perspektywicznych na grupy dokonano zgodnie z przyjętymi w opracowaniu kryteriami – parametry kopaliny i położenie obszarów względem rozpoznanych złóż, głębokość zalegania oraz zakres rozpoznania złóż mierzony liczbą otworów, w których stwierdzono kopaliny spełniającą parametry graniczne. W przypadku niektórych kopaliny, przy wprowadzeniu dodatkowych kryteriów, był możliwy także podział w obrębie zasobów przewidywanych/przypuszczalnych (wg Niecica, 2012) na: prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne. Dla rud metali takimi dodatkowymi kryteriami były np. położenie obszarów względem rozpoznanych złóż, głębokość zalegania kopaliny, stopień rozpoznania obszaru (liczba otworów pozytywnych, parametry jakościowe kopaliny). Z kolei w przypadku rud wietrzeniowych niklu, do zasobów prognostycznych zaliczono zasoby pozabilansowe znajdujące się w obszarach dawniej wydzielonych złóż, a do perspektywicznych – zasoby w obrębie dawniej wydzielonych obszarów nie spełniające dawnych kryteriów bilansowości, a spełniające obecne wytyczne w zakresie parametrów definiujących złożo i jego granice (Mikulski & Sadłowska, 2015). W opracowaniu uwzględniono również sugestie szacowania zasobów perspektywicznych kopaliny wg Smakowskiego i Szamałka (2011). Metodyka, kryteria oraz sposoby obliczenia zasobów prognostycznych i perspektywicznych innych, nie wymienionych powyżej kopaliny, takich jak sole, siarczyn czy siarka omówiono szczegółowo w poszczególnych rozdziałach dotyczących danej kopaliny w opracowaniu źródłowym (Mikulski i in., 2015b) oraz w publikacjach (Czapowski i in., 2015; Sztromwasser i in., 2015).

### WYNIKI PRAC

Niniejszy artykuł zawiera główne wyniki przeprowadzonych prac w zakresie obszarów perspektywicznych dla poszczególnych kopaliny rud metali oraz surowców chemicznych w Polsce. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne dla najlepiej rozpoznanych kopaliny zestawiono w formie tabelarycznej (tab. 1). Z kolei na rycinie 1 przedsta-

**Tab. 1.** Zasoby przewidywane (zasoby perspektywiczne i prognostyczne) wraz z powierzchnią obszarów perspektywicznych dla wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce**Table 1.** Predicted resources (prospective and prognostic) and areas of metal ores and chemical raw materials in Poland

Kopalina <i>Mineral commodities</i>	Zasoby przewidywane (perspektywiczne + prognostyczne) [t] <i>Predicted resources (prospective + prognostic) [Mg]</i>	Powierzchnia obszarów perspektywicznych <i>Area [km<sup>2</sup>]</i>
Cu* <sup>1</sup>	42,2 mln	519
Ag* <sup>1</sup>	0,075 mln	519
ruda/ore Zn-Pb* <sup>2</sup>	~20 mln	56
ruda/ore Ni* <sup>3</sup>	~32,5 mln	43
Au* <sup>4</sup>	9,4–21,5	285
ruda/ore Sn	~20 mln	22
Siarka <i>Sulphur</i>	202 mln	32,6* <sup>5</sup>
Anhydryty i gipsy <i>Anhydrite &amp; gypsum</i>	576 mld	1748
Sole K i K-Mg <i>Potash &amp; Potash- -Magnesium salts</i>	3,638 mld	465
Sól kamienna <i>Rock salt</i>	4 059 mld	31,7 tys.

Objaśnienia: \*<sup>1</sup> – złoża stratoidalne cechsztyńskiej formacji miedzionośnej; \*<sup>2</sup> – złoża typu doliny rzeki Missisipi – MVT; \*<sup>3</sup> – złoża wietrzeniowe (saprolirowe); \*<sup>4</sup> – złoża orogeniczne (żyłowe) i kontaktowo-metasomatyczne (żyłowe, skarnowe, i in.); \*<sup>5</sup> – powierzchnia zredukowana do 30%  
Explanation: \*<sup>1</sup> – stratabound deposits of the Zechstein copper formation; \*<sup>2</sup> – Mississippi Valley Type deposits – MVT; \*<sup>3</sup> – weathered (saproliitic-type) deposits; \*<sup>4</sup> – orogenic-type deposits (veins) and contact-metasomatic-type deposits (veins, skarns, and others); \*<sup>5</sup> – area reduced to 30%

wione zostały obszary perspektywiczne wystąpień rud metali i surowców chemicznych na tle podziału administracyjnego Polski. Zdecydowanie więcej szczegółów odnośnie lokalizacji obszarów i zasobów perspektywicznych znajduje się we wspomnianych wcześniej artykułach zamieszczonych w ubiegłorocznym wrześniowym numerze Przeglądu Geologicznego oraz w opracowaniu źródłowym (Mikulski i in., 2015b).

### Obszary perspektywiczne i zasoby rud Cu-Ag

Baza zasobowa polskiego przemysłu miedziowego jest związana ze złożami rud miedzi i srebra monokliny przed-sudeckiej (Nowe Zagłębie Miedziowe) i niecki północnosudeckiej (Stare Zagłębie Miedziowe). Po zaprzestaniu eksploatacji rud miedzi w niecce północnosudeckiej, przemysł miedziowy wykorzystuje jedynie rudy zawarte w złożu Nowego Zagłębia Miedziowego. Utrzymanie w przyszłości obecnego poziomu wydobycia rud Cu-Ag będzie wymagać udokumentowania i eksploatacji głęboko zalegających złóż w obszarach perspektywicznych. Wobec możliwości prowadzenia eksploatacji na znacznych, nieosiągalnych dotąd w polskim górnictwie miedziowym głębokościach, sięgających 1500 m, PIG-PIB prowadzi wyprzedzającą analizę perspektyw występowania mineralizacji Cu-Ag, nie tylko w najbliższym otoczeniu udokumentowanych złóż, ale także na pozostałym obszarze Polski, w celu wyznaczenia obszarów perspektywicznych dla górnictwa miedziowego. Wraz z sukcesywnym przyrostem informacji

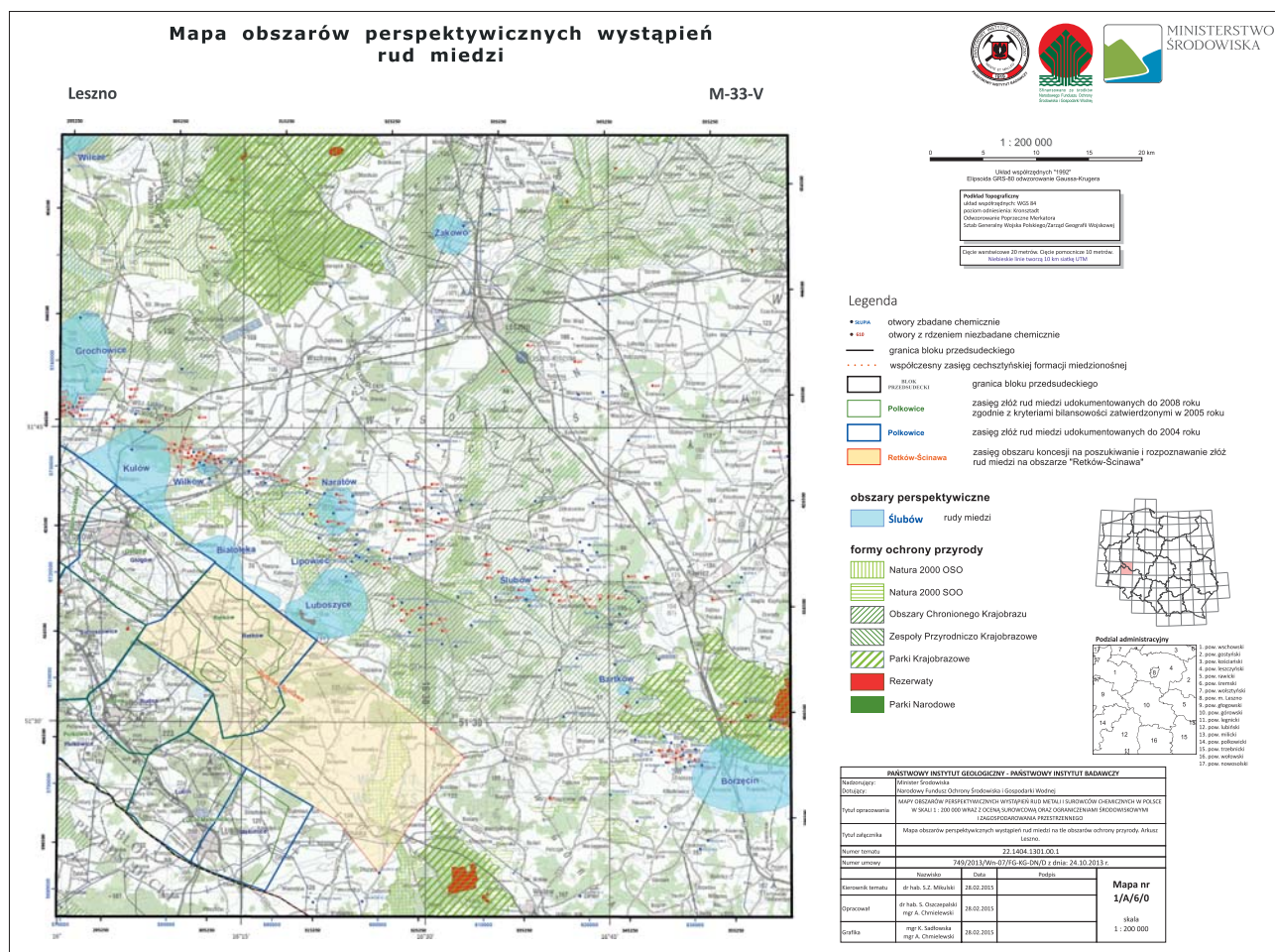
uzyskiwanych dzięki badaniom rdzeni otworów wiertniczych, najpierw podsumowano wyniki badań w formie atlasu map metalogenicznych (Oszczepalski & Rydzewski, 1997), a w ostatnich latach, dzięki znaczącemu przyrostowi danych, dokonano kolejnych ocen perspektyw zasobowych (Oszczepalski & Speczik, 2011, 2014; Speczik i in., 2014; Zientek i in., 2015). Pojawiające się różnice w zasięgach i szacunkach zasobowych odnośnie obszarów perspektywicznych w kolejnych opracowaniach wynikają nie tylko ze zmian kryteriów wyznaczania tych obszarów, lecz przede wszystkim ze stałego wzrostu liczby zbadanych otworów wiertniczych.

Podstawą niniejszej oceny perspektywiczności dla obszaru SW Polski (z wyłączeniem udokumentowanych złóż rud Cu-Ag) są wyniki badań analitycznych, uzyskanych w PIG-PIB do 2012 r. z ponad 460 otworów wiertniczych zbadanych poza udokumentowanymi złożami Cu-Ag (Mikulski i in., 2015b; Oszczepalski & Chmielewski, 2015).

Wyróżnienia obszarów perspektywicznych w grupach dokonano zgodnie z kryteriami podziału przypuszczalnych zasobów na zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne. Kryteriami tymi są: położenie obszarów względem rozpoznanych złóż miedzi, głębokość zalegania oraz zakres poznania złóż mierzony liczbą otworów pozytywnych. Do zasobów prognostycznych zaliczono zasoby bezpośrednio przylegające do udokumentowanych złóż miedzi, do perspektywicznych – zasoby oddalone od udokumentowanych złóż, poznane więcej niż jednym otworem na głębokości <2000 m, a do hipotetycznych – zasoby poznane jednym otworem na głębokości powyżej 2000 m oraz zasoby na głębokości poniżej 2000 m, bez względu na liczbę otworów pozytywnych. Zgodnie z granicznymi wartościami parametrów definiujących złożę i jego granice przyjęto, że izolynie zasobności Cu<sub>e</sub> 35 kg/m<sup>2</sup> wyznaczają granice obszarów perspektywicznych.

Wytyczono 30 obszarów perspektywicznych mineralizacji Cu-Ag, w tym sześć z zasobami prognostycznymi, sześć z zasobami perspektywicznymi oraz 18 z zasobami hipotetycznymi. Na podstawie granicznych wartości parametrów definiujących złożę i jego granice, dokonano szacunku przypuszczalnych zasobów miedzi i srebra dla poszczególnych obszarów perspektywicznych, w podziale na rodzaje zasobów.

W bezpośrednim otoczeniu złoża Lubin-Sieroszowice wyznaczono 5 obszarów perspektywicznych z zasobami prognostycznymi: Białoleka, Grochowice, Krępa, Kulów, Luboszyce, natomiast w niecce północnosudeckiej wyróżniono obszar Raciborowice, przylegający do złoża rud Cu-Ag Wartowice (ryc. 2). Ze względu na występowanie w najbliższym otoczeniu udokumentowanych złóż, obszary z zasobami prognostycznymi można zaklasyfikować do najbardziej perspektywicznych, wymagających dalszego szczegółowego rozpoznania, gdyż stanowią rezerwy zasobową dla górnictwa miedziowego sięgającego coraz większych głębokości. Sumarycznie, na obszarach tych o łącznej powierzchni 180,17 km<sup>2</sup> może znajdować się 11,203 mln t Cu i 55 718 t Ag na głębokościach od 400 do 2000 m, w tym większość tych zasobów (11 mln t Cu i prawie 54 tys. t Ag) występuje na łącznej powierzchni 172 km<sup>2</sup> wokół Nowego Zagłębia Miedziowego, a tylko ok. 0,6 mln t Cu i niecałe 2 tys. t Ag można spodziewać się na obszarze Raciborowice (tab. 1). Niezwykle interesująca jest możliwość przedłużania



Ryc. 2. Przykład mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud miedzi i srebra w skali 1 : 200 000 na tle konfliktowości prawnej ochrony przyrody

Fig. 2. Exemplary map of Cu-Ag prospective areas on a scale of 1 : 200,000 in relation to a legal conflict against nature protection

się złoża Bytom Odrzański, wzdłuż wschodniej granicy zielonogórskiego obszaru utlenionego, w stronę bogatej mineralizacji miedziowo-srebrowej stwierdzonej na obszarach: Jany, Mozów i Wilcze oraz prawdopodobieństwo kontynuacji obszaru Raciborowice w kierunku udokumentowanego złoża Nowy Kościół.

Oprócz terenów z zasobami prognostycznymi, wyznaczono 6 obszarów o łącznej powierzchni ok. 339 km<sup>2</sup> z zasobami perspektywicznymi wynoszącymi ok. 31 mln t Cu i 19 tys. t Ag, na głębokości od 1400 do 1900 m. Ponadto, wyznaczono 18 obszarów perspektywicznych z zasobami hipotetycznymi. W tej grupie, 10 obszarów wyznaczono na podstawie pojedynczych otworów o zasobności Cu<sub>c</sub> ponad 35 kg/m<sup>2</sup> i posiada zasoby znajdujące się w zakresie głębokości do 2000 m. Pozostałych 8 obszarów (Florentyna, Jany, Kaleje, Mozów, Paproć, Wilcze, Żakowo, Żerków) cechują znaczne zasoby na głębokości od 2000 do 4400 m. Na wszystkich obszarach z zasobami hipotetycznymi można łącznie spodziewać się obecności ok. 123 mln t Cu i 194 tys. t Ag na powierzchni ok. 1132 km<sup>2</sup>, przy czym ok. 13 mln t Cu i 12 tys. t Ag występuje na dość korzystnej głębokości do 2000 m, natomiast na większej głębokości poniżej 2000 m znajdują się ogromne ilości metali, ok. 110 mln t Cu i 182 tys. t Ag na łącznej powierzchni ok. 932 km<sup>2</sup>.

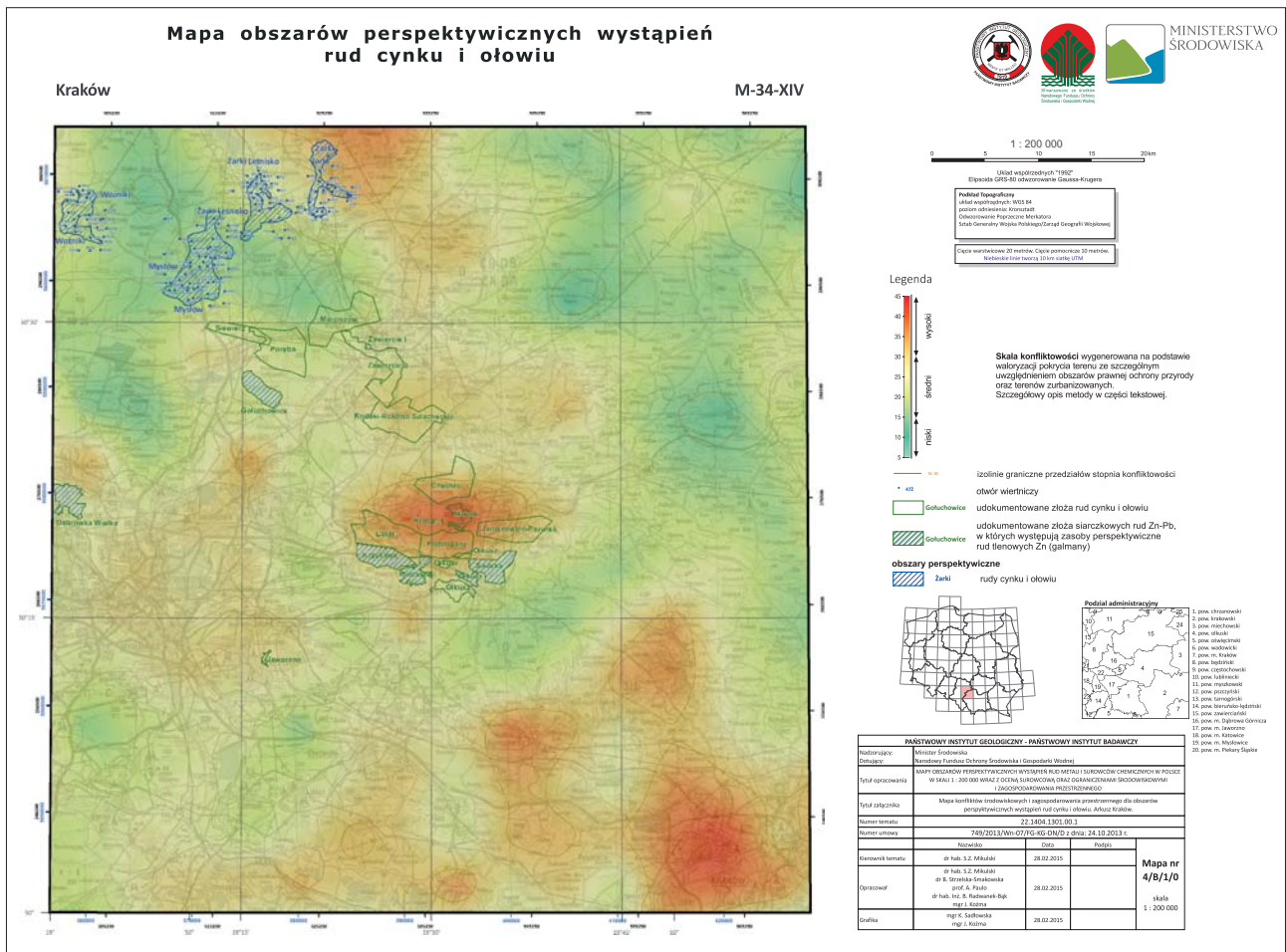
## Obszary perspektywiczne i zasoby rud Zn-Pb

W Polsce za perspektywiczne dla złóż rud cynku i ołowiu należy uznać przede wszystkim złoża stratoidalne w skałach węglanowych (MVT) w obrębie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (Sas-Gustkiewicz, 2007; Mikulski i in., 2011b). Znacznie mniejsze znaczenie mają rudy Pb w peryferycznej strefie stratoidalnych złóż Cu na monoklinie przedsudeckiej, a hipotetyczne – nagromadzenia hydrotermalno-żyłowe i hydrotermalno-metasomatyczne (w tym skarnowe) wokół waryscyjskich intruzji granitoidowych w Sudetach oraz w strefie kontaktu bloku górnośląskiego z blokiem małopolskim czy hydrotermalno-żyłowe w Górach Świętokrzyskich (Mikulski & Strzelska-Smakowska, 2013). W obszarze śląsko-krakowskim utwory permo-mezozoiczne zalegają monoklinalnie na sfałdowanym podłożu paleozoicznym. Alpejska tektonika blokowo-uskokowa warunkuje głębokość zalegania ciał rudnych w poszczególnych rejonach (Górecka, 1991; Górecka i in., 1996). Złoża występują w interwale 40–240 m p.p.t. (Gruszczak & Wielgomas, 1990). Stosunek zawartości Zn do Pb w eksploatowanych złożach wynosi ok. 3 : 1. Zawartości Zn i Pb w rudach siarczkowych są z reguły 2–4% Zn i 1–2% Pb. Główne znaczenie ekonomiczne mają dolomity kruszczone wapienia muszlowego (trias środkowy). Szacunkowo z utworów tych

pochodzi ok. 95% całej produkcji metali (Szuwarzyński, 1996), a reszta z dolomitów retu i dewonu. Złóża mają zróżnicowaną powierzchnię, z reguły od kilku do kilkunastu km<sup>2</sup>, i zalegają na głębokości od kilkudziesięciu do kilkuset metrów.

Na podstawie przeprowadzonych analiz wydzielono cztery obszary perspektywiczne: Mysłów, Woźniki, Żarki i Żarki Letnisko dla złożowych koncentracji rud siarczkowych Zn-Pb typu MVT (Mikulski i in., 2015b). Wszystkie te obszary są zlokalizowane na północ od udokumentowanych złóż rud Zn-Pb regionu zawierciańskiego (Mikulski i in., 2010; ryc. 3). Ich łączna powierzchnia wynosi ok. 56,14 km<sup>2</sup> (tab. 1). Cynk jest tam metalem dominującym nad ołowiem w dolomicie kruszczośnym i jedynym w dolomicie diploporowym. Przewaga koncentracji cynku nad ołowiem jest większa niż w złóżach udokumentowanych, a w obszarze Woźniki zdecydowanie dominuje cynk. W kierunku na wschód i południowy wschód od tego obszaru wzrasta udział ołowiu. Widoczny jest związek koncentracji metali w wyznaczonych obszarach perspektywicznych z tektoniką, a zwłaszcza z uskokami o kierunkach N-S i NNW-SSE (obszary Woźniki, Mysłów i Żarki). Uskoków o takich kierunkach nie zidentyfikowano w obszarze Żarki Letnisko (Strzelska-Smakowska i in., 2008), natomiast występują w nim uskoki poprzeczne w stosunku

do wymienionych. W przebiegu pól anomalii cynkowych można też dostrzec związek z uskokami w podłożu paleozoicznym o kierunku NW-SE i poprzecznymi do nich uskokami o przebiegu NE-SW. Podobnie jak w pozostałych częściach prowincji metalogenicznej śląsko-kra-kowskiej, głównymi minerałami kruszczołowymi są sfaleryt, galena, pirit, rzadziej markasyt, sporadycznie chalkopiryt (Mikulski & Strzelska-Smakowska, 2013 wraz z literaturą). Kruszcze koncentrują się zazwyczaj w spągowych częściach dolomitów kruszczośnych. W kierunku na zachód i na północ od udokumentowanych złóż rejonu zawierciańskiego, zauważalna jest tendencja do przemieszczania się okruszczenia w wyższe części profilu utworów triasu (Przeniosło, 1974; Szuwarzyński, 1996). Najbardziej obiecującymi obszarami perspektywicznymi wydają się być obszary Żarki Letnisko i Mysłów (ryc. 3). Próby ilościowego oszacowania zasobów metali w tych obszarach wg aktualnie obowiązujących kryteriów bilansowości dla geologicznego dokumentowania stratoidalnych złóż rud Zn-Pb okazały się mało zasadne. Wydzielone „rejony złożowe”, oparte na kryteriach zbyt rygorystycznych dla rozpatrywanych obszarów, tworzą nieliczne i izolowane wysepki o niewielkich rozmiarach wokół pojedynczych otworów zakwalifikowanych jako bilansowe. Należy wziąć pod uwagę dużą rozpiętość mineralizacji w profilu dolomitu kruszczośnego,



**Ryc. 3.** Przykład mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud cynku i ołowiu w skali 1 : 200 000 na tle konfliktowości obiektów przyrody prawnie chronionej oraz terenów zurbanizowanych  
**Fig. 3.** Exemplary map of Zn-Pb prospective areas on a scale of 1 : 200,000 in relation to a legal conflict against nature protection and urban areas

kilkupoziomą formę złoża o gniazdowym charakterze ciał rudnych oraz niski stopień rozpoznania (Strzelska-Smakowska, 1993; Mikulski & Strzelska-Smakowska, 2013). Stąd zasoby w wyróżnionych obszarach należy zaliczyć do zasobów perspektywicznych (kat. D<sub>1</sub>). Szacunkowe zasoby rud siarczkowych Zn-Pb mogą wynosić ok. 20 mln t.

Celowe jest przeprowadzenie dalszych prac poszukiwawczych za stratoidalnymi złożami Zn-Pb w obszarze śląsko-krakowskim. Poszukiwania powinny objąć rejon zawierciański oraz obszar zlokalizowany na północ od niego.

Mineralizacja siarczków Zn i Pb obecna w utworach cechsztyńskich Polski południowo-zachodniej stanowi duży zasób metali, który jest brany pod uwagę, jako kopalina towarzysząca przy zagospodarowaniu złóż rud miedzi. W cechsztyńskiej formacji miedzionośnej obecność ołowiu i cynku jest zmienna zarówno w profilu pionowym, jak i poziomym. Okruszcowanie siarczkami cynku i ołowiu często pokrywa się z koncentracjami miedzi, jednak stwierdzono również obecność odrębnego horyzontu lub rozległych płaskich soczew z dominującą mineralizacją ołowiową i/lub cynkową występującą ponad mineralizacją miedziową (Harańczyk, 1966; Banaś i in., 1985; Oszczepalski & Rydzewski, 1997; Pieczonka i in., 2007). Średnia zawartość Pb w rudach miedzi wynosi 0,14%, a w podziale na typy litologiczne – ruda łupkowa zawiera średnio 0,67%, ruda węglanowa 0,11%, a ruda piaskowcowa 0,01% (Kijewski & Jarosz, 1987). Roczna dostawa ołowiu w koncentratkach miedzi do hut osiąga 25–32 tys. t (Pluciński i in., 1996).

Okruszcowanie siarczkami Zn i Pb towarzyszące strefom apikalnym wokół granitoidów w rejonie kontaktu bloków małopolskiego z górnos Śląskim (Kurek, 1988; Oszczepalski i in., 2008a) wymaga dalszego rozpoznania geologicznego przy okazji poszukiwań porfirowych rud Mo-Cu. Wystąpienia mineralizacji Pb i (lub) Zn w obszarze świętokrzyskim (Rubinowski, 1971; 1986) i sudeckim (Mikulski, 2007) wymagają dalszych prac studialnych. Aktualnie w ramach zadań PSG rozpoczęto prace badawcze w Górach Świętokrzyskich i ich mezozoicznym obrzeżeniu w celu weryfikacji hipotetycznych zasobów rud Cu, Zn i Pb.

### Obszary perspektywiczne i zasoby rud tlenowych cynku (galmany)

Pomimo utraty znaczenia przemysłowego we współczesnej gospodarce Polski, galmany powinny być nadal przedmiotem prac badawczo-wdrożeniowych, gdyż odzyskują zainteresowanie światowego przemysłu (Strzelska-Smakowska, 2006). Nie oznacza to jednak łatwego przeniesienia zdobyczy technologicznych (np. ługowania i SX-EW) do przetwarzania krajowych rud Zn-Pb. Zasoby prognostyczne tlenowych rud Zn-Pb wynoszą ok. 60 mln t, w tym 51 mln t w obszarach zlikwidowanych kopalń oraz 9 mln t w zwalach kopalnianych (Mikulski i in., 2011b). Rudy galmanowe występujące w Polsce mają średnią zawartość Zn 6,5% i 1% Pb. Najprawdopodobniej galmany w Polsce nie będą, w dającej się przewidzieć przyszłości, przedmiotem ponownej eksploatacji. Głównymi powodami jest ich niska jakość, zaostrenie przepisów środowiskowych oraz konflikty z gospodarką przestrzenną. Ich złoża zlokalizowane są w obszarach silnie zurbanizowanych, a władze lokalne nie są zainteresowane ponownym rozwojem górnictwa na swoim terenie.

### Obszary perspektywiczne i zasoby rud Au oraz Pt i Pd

W wyniku przeprowadzonych prac za najbardziej perspektywiczne dla złożowych nagromadzeń złota uznano: (1) zmetamorfizowane osadowe i wulkaniczne (bimodalne) formacje paleozoiczne Sudetów i bloku przedsudeckiego (np. obszary: południowokaczawski czy Wądroże Wielkie) ze złożami orogenicznymi złota typu żyłowego; (2) strefy wokół intruzji granitoidowych i porfirowych w waryscydach południowej Polski (obszary: złotostocki, rudawski, Pilica, Dolina Będkowska i Mysłów) ze złożami złota typu kontaktowo-metasomatycznego (skarny, berezyty) oraz żyłowego; (3) piaskowcowo-ilaste osady z pogranicza czerwonego spągowca i cechsztynu oraz zalegające powyżej łupki miedzionośne basenu cechsztyńskiego w SW Polsce (obszary – monoklina przedsudecka i niecka północnosudecka; Mikulski i in., 2011c).

Wydzielono trzy podstawowe typy genetyczne złóż rud złota: (1) żyłowe (polimetaliczne związane z intruzjami granitoidowo-porfiroowymi oraz orogeniczne – nie związane z intruzjami), (2) metasomatyczne (np. skarny, w skałach osadowych – typy: Carlin, berezyty) oraz (3) stratoidalne (w permskich utworach serii miedzionośnej).

Obszary perspektywiczne występowania złóż żyłowych i metasomatycznych w trzech regionach Polski zajmują w sumie powierzchnię ok. 285 km<sup>2</sup> (tab. 1). Największe są obszary perspektywiczne w Sudetach ok. 252 km<sup>2</sup> (południowokaczawski – ok. 155,3 km<sup>2</sup>, Złoty Stok – ok. 62,4 km<sup>2</sup> i rudawski – 34 km<sup>2</sup>). Na bloku przedsudeckim rozpoznano jeden obszar (Wądroże Wielkie), który ma ok. 21,8 km<sup>2</sup>. W strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnos Śląskim wydzielono trzy obszary perspektywiczne o łącznej powierzchni ok. 12 km<sup>2</sup> (Pilica ok. 6,2 km<sup>2</sup>, Dolina Będkowska 3,7 km<sup>2</sup> i Mysłów ok. 2 km<sup>2</sup>). Największe zasoby perspektywiczne złota występują w obszarze złotostockim i są szacowane na ok. 6 t (Mikulski, 2015c). Drugim pod względem zasobów Au jest obszar południowokaczawski, gdzie w zależności od przyjętych parametrów żył i średniej zawartości złota w rudzie (1–40 g/t) można szacować zasoby od ok. 1 do 4,8 t Au. W południowej części struktury kaczawskiej perspektywiczny dla wystąpień złota jest obszar skataklazowanych łupków paleozoicznych o szerokości ok. 10 km i długości ok. 50 km na odcinku od Ubocza po Mysłów (Mikulski, 2005, 2007). Można spodziewać się w nim zasobów perspektywicznych również pomiędzy obszarami, gdzie żyły złotonośne nie wychodzą na powierzchnię. Zasoby hipotetyczne złota w żyłowych złożach Gór Kaczawskich mogą wynosić nawet od kilkunastu do kilkudziesięciu ton Au. Dodatkowym atutem jest współwystępowanie w tych złotonośnych rudach siarczkowych innych cennych pierwiastków takich jak Ag, Bi czy Te (Mikulski, 1998, 1999, 2014). W obszarze rudawskim zasoby Au są szacowane na 0,8–4,5 t, a na bloku przedsudeckim (obszar Wądroże Wielkie) – od 0,5 do 2,5 t.

W strefach wokół wystąpień waryscyjskich intruzji granitoidowych i porfirowych, zarówno w Sudetach, jak i w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnos Śląskim, istnieją perspektywy wystąpień złóż złota również typu kontaktowo-metasomatycznego (np. skarny, berezyty) i żyłowego (Mikulski, 2000, 2010; Mikulski & Speczik, 2008). Najbardziej perspektywiczne są obszary Doliny

Będkowskiej i Pilicy, gdzie w próbkach rdzeni z głębokości od ok. 250 do 600 m stwierdzono złoto na poziomie kilkudziesięciu ppm w żyłkach kwarcowo-siarczkowych, związanych ze strefami peryferycznymi wokół górnokarbońskich intruzji granitoidowych (Mikulski i in., 2008; Mikulski & Markowiak, 2011). Szacunkowe zasoby perspektywiczne rud złota w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim na obecnym słabym etapie rozpoznania mogą wynosić od 1,2 do 3,5 t Au.

Zasadnicze znaczenie dla przebiegu rozpoznawania mineralizacji Au-Pt-Pd w utworach cechsztynu miało stwierdzenie podwyższonych koncentracji złota w utlenionych odmianach łupku miedzionośnego złoża miedzi Lubin-Sieroszowice (Sawłowicz, 1993; Piestrzyński i in., 1996), którego następstwem stała się realizacja prac poszukiwawczych w rejonie kopalni Polkowice-Sieroszowice. Dzięki nim w latach 1995–1996 rozpoznano mineralizację Au-Pt-Pd w utworach utlenionych Rote Fäule, zalegających poniżej horyzontu miedzionośnego (Oszczepalski i in., 1997; Piestrzyński i in., 1997). Uzyskane wyniki wskazały na konieczność kontynuacji badań nie tylko na obszarach udokumentowanych złóż rud miedzi (Oszczepalski, 2007; Pieczonka i in., 2008), ale także poza ich granicami (Mikulski i in., 2011c; Oszczepalski i in., 2011).

W celu dokonania obecnej oceny stopnia mineralizacji Au, Pt i Pd w utworach cechsztyńskiej serii miedzionośnej, wykonano obliczenia miąższości i średniej zawartości tych metali w analizowanych profilach o ciągłym opróbowaniu. W analizie zawartości złota wykorzystano dane z 559 zbadanych otworów wiertniczych, profili kopalnianych i odsłonięć powierzchniowych, które umożliwiają dokonanie oceny zmienności występowania złota na całym obszarze SW Polski (Mikulski i in., 2015b; Oszczepalski & Chmielewski, 2015). Wyznaczono 15 obszarów perspektywicznych złota, ograniczonych izolacją średniej zawartości 100 ppb, w tym jeden obszar (Nowy Kościół–Lena) w warunkach powierzchniowych i przypowierzchniowych, 9 obszarów z mineralizacją na głębokości do 2000 m oraz 4 obszary o głębokości poniżej 2000 m, w których średnia miąższość interwału złotonośnego zmienia się w granicach 0,02–1,55 m, a średnia zawartość Au 128–865 ppb. Ponadto, wyznaczono trzy obszary perspektywiczne platyny (Zielona Góra, Lutol, Miłosław) oraz trzy obszary dla palladu (Zielona Góra, Lutol, Łuszczanów), w znacznym stopniu pokrywające się z obszarami perspektywicznymi złota. W obszarach tych stwierdzono bardzo cienki interwał (0,01–0,28 cm miąższości) o średniej zawartości Pt w granicach 121–413 ppb i Pd – 274–1020 ppb. W obecnych, wczesnych etapach rozpoznawania mineralizacji Au-Pt-Pd, w kręgu zainteresowania mogą znaleźć się w pierwszej kolejności rejon: Konrad–Wartowice i Nowy Kościół–Lena, a także inne rejon potencjalnego pozyskiwania złota, takie jak: Brzostow, Chojnik, Chwaliszew, Grochowice, Nowa Wieś, Pakosław i Zielona Góra. Jednak wszystkie te wystąpienia nie tworzą samodzielnych złóż (z wyjątkiem rejonu Nowy Kościół–Lena), dlatego ze względu na występowanie mineralizacji Au-Pt-Pd bezpośrednio pod rudami Cu-Ag lub w strefie lateralnego zaszewiania się rud Cu-Ag z utworami utlenionymi, pewna część złota i platynowców zgromadzonych w obszarach perspektywicznych ma szansę na pozyskanie, ale jedynie w trakcie ewentualnej eksploatacji rud Cu-Ag.

## Obszary perspektywiczne i zasoby rud Mo-W

Podstawowe znaczenie ekonomiczne dla mineralizacji molibdenowej mają złoża typu porfirowego (ang. *porphyry copper, porphyry molybdenum*). W Polsce jedyne, jak dotychczas, udokumentowane złożo porfirowe Mo-Cu(-W) jest zlokalizowane w zachodniej, brzeżnej strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim (Podemski, 2001, wraz z literaturą). W strefie tej wokół niewielkich, hipaby-salnych ciał waryscyjskich granitoidów, koncentrujących się wzdłuż strefy tektonicznej Kraków–Lubliniec, występuje niskofluorowe złożo Mo-Cu(-W) Myszków (Lasoń, 2003). Złożo to znajduje się na głębokości od ok. 200 do 1250 m, a średnia zawartość molibdenu i wolframu jest stosunkowo niska (0,049% Mo i 0,041% W; Szuflicki i in., 2016). Złożo Myszków reprezentuje sztokwerkowy typ mineralizacji molibdenitowo-wolframowej (scheelitowej) z miedzią, jest związane z granitoidami, porfirami i utworami osłony, o charakterystycznej strefowości występowania mineralizacji, typowej dla złóż porfirowych. Głównymi minerałami kruszcowymi są: chalkopiryt, piryt, molibdenit i scheelit. Ponadto, znaczenie mogą mieć występujące w rudach siarczkowych domieszki takich metali jak: Bi, Te, Ag oraz Au (Markowiak, 2015; Mikulski i in., 2015a).

Największe perspektywy występowania molibdenu i wolframu należy wiązać z utworami prekambryjsko-paleozoicznymi rozciętymi intruzjami skał magmowych, w strefie kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego, gdzie jest obecna mineralizacja Mo-Cu-W typu porfirowego, a lokalnie także skarnowego (Harańczyk i in., 1980; Karwowski, 1988; Piekarski i in., 1993; Markowiak i in., 1993). Mineralizacja porfirowa występuje w obrębie intruzji granitoidów i dajek porfirowych oraz w mniejszym zakresie w utworach ich osłony metamorficznej. Precypitacja molibdenitów o znaczeniu złożowym miała tu miejsce w czasie od ok. 303 do 295 mln lat (Mikulski & Stein, 2012). W wyniku przeprowadzonych w PIG-PIB prac w strefie krawędziowej bloku małopolskiego wydzielono następujące obszary perspektywiczne (Oszczepalski i in., 2008, 2010; Mikulski i in., 2011a, 2012):

- z zasobami prognostycznymi – rejon: Mrzygłód, Myszków, Nowa Wieś Żarecka;
- z zasobami perspektywicznymi – rejon: Dolina Będkowska, Pilica, Żarki–Kotowice, Zawiercie, Mysłów;
- z zasobami hipotetycznymi: Cianowice, Koziegłowy, Skarżyce.

Przy obecnym stanie badań wydaje się, że największe perspektywy dla występowania koncentracji rud polimetalicznych typu złóż porfirowych istnieją w okolicach otworu Pz-40 (na NW od złoża Myszków), w drugiej kolejności w rejonie Mysłowa i Mrzygłodu.

Dzięki zbadaniu dość licznych otworów wiertniczych, na podstawie których możliwe było wyznaczenie obszarów perspektywicznych, bardzo prawdopodobnym jest przy zagęszczeniu otworów odkrycie bogatych ciał rudnych. Na podstawie rozmiaru złoża porfirowego Mo-Cu(-W) Myszków (500×800 m) można sądzić, że przy obecnej gęstości siatki otworów istnieje jeszcze wiele rejonów słabo zbadanych, gdzie mogą występować ciała kruszcowe porównywalne z tym złożem, a przede wszystkim z klasycznymi złożami porfirowymi Mo-Cu-W, którymi są zwykle złoża



średniej wielkości (o obszarze 0,3–4,0 km<sup>2</sup>) i zmiennych zawartościach miedzi (0,1–2,0%), molibdenu (0,0005–0,100%) i wolframu (0,005–0,015%) oraz zasobach rzędu 1–30 mln t rudy.

Dalsze, bardziej szczegółowe prace poszukiwawcze rud Mo-Cu-W w rejonach wystąpień waryscyjskich intruzji granitoidowych strefy kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim, powinny w pierwszej kolejności objąć dotychczas wydzielone obszary perspektywiczne. Prace te powinny być wsparte wykonaniem nowoczesnego i szczegółowego zdjęcia geofizycznego (grawimetria i magnetyka). Identyfikacja geofizyczna ciał rudnych, uzupełniona rezultatami prac archiwalnych, będzie podstawą zaprojektowania uzupełniających prac wiertniczych.

Poszukując złóż rud porfirowych Mo-Cu-W, należy również mieć na uwadze możliwość znalezienia innych typów mineralizacji (skarny Zn-Pb, żyły kwarcowe Au) w strefach peryferycznych intruzji granitoidowych oraz skarnów polimetalicznych przy kontakcie granitoidów ze skałami węglanowymi ordowiku i dewonu. Istotną barierą poszukiwań złóż rud porfirowych Mo-Cu-W w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim jest stosunkowo duża głębokość ich wystąpień (400–1300 m). Dodatkowym ograniczeniem prac poszukiwawczych są uwarunkowania środowiskowe, ponieważ Dolina Będkowska znajduje się na obszarze Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie, a rejon Żarek–Kotowic i Pilicy są zlokalizowane na obszarze Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd i jego otuliny.

#### Obszary perspektywiczne i zasoby rud Ni

W Polsce główne zasoby perspektywiczne rud niklu są związane z występowaniem rud wietrzeniowych oraz z niklem współwystępującym w złożach rud Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej. Zasoby wietrzeniowych rud niklu typu saprolitowego są genetycznie łączone z wystąpieniami krzemianowych zwietrzelin niklonośnych na masywach serpentynitowych (Gogołów–Jordanów, Grochów–Braszowice, Szklary) zlokalizowanych wokół bloku gnejsowego Gór Sowich na Dolnym Śląsku (Mikulski, 2011, 2012; Mikulski & Sadłowska, 2015). Zasoby perspektywiczne rud wietrzeniowych niklu oszacowano na ok. 32,5 mln t, a zasoby metalu na ok. 120 tys. t niklu (tab. 1). W sumie powierzchnia obszarów perspektywicznych dla wietrzeniowych rud niklu została oszacowana na co najmniej 43 km<sup>2</sup> (Mikulski & Sadłowska, 2015). Postępy hydrometalurgii rud wietrzeniowych Ni oraz wysokie jego ceny pozwalają brać pod uwagę koncentracje już powyżej 0,3% Ni w rudzie. Dlatego, wraz z intensyfikacją poszukiwań, można oczekiwać przyrostu zasobów perspektywicznych niklu o dalsze kilkadziesiąt tysięcy ton. Krzemianowych rud niklu, głównie ubogich, zalegających w niewielkich i odizolowanych gniazdach można spodziewać się w zwietrzelinach rozwiniętych na serpentynitowych masywach Gogołów–Jordanów, Braszowice–Brzeźnica i Szklary. Istnieją hipotetyczne przesłanki dla wystąpień magmowych złóż Ni-Cu typu likwacyjnego, związanych z wystąpieniami ultrasadowych kumulatów sekwencji ofiolitowej w masywach Gogołów–Jordanów, Braszowice–Brzeźnica i Nowa Ruda (Mikulski, 2012).

Wraz z dokumentowaniem nowych zasobów cechsztyńskich rud Cu-Ag na monoklinie przedsudeckiej należy

oczekiwać przyrostu zasobów niklu jako pierwiastka współwystępującego w tych złożach.

#### Obszary perspektywiczne i zasoby rud Sn

Cynonośną mineralizację kasyterytową tworzą w łupkach pasma Starej Kamienicy w Sudetach wielostrefowe hydrotermalne impregnacje, z których najbogatszych jest pięć stref głównych (Michniewicz, 1991; Michniewicz i in., 2008). Impregnacje te, zalegające zgodnie z otaczającymi skałami, przeszły wraz ze wspomnianymi skałami cykl przeobrażeń metamorficzno-tektonicznych. Łączne zasoby perspektywiczne polskiej części omawianego pasma łupkowego, wg kryteriów z 1978 r., oszacowano na 19 744 566 t rudy bilansowej cyny (tab. 1) oraz na ok. 100 258 t metalu (Michniewicz, 2011).

Niestety strefy cynonośne charakteryzują się bardzo dużą zmiennością miąższości i zawartości Sn oraz drobnoziarnistym wykształceniem głównego nośnika cyny – kasyterytu. Ta ostatnia cecha rzutuje na osiągnięcie w próbach technologicznych niskie odzyski cyny, sięgające jedynie 30%. Negatywne cechy kamienickich rud cyny powodują, że mogą one być interesujące ekonomicznie jedynie w okresach hossy cen cyny na rynkach światowych. Pozytywnie mogłoby wpłynąć wprowadzenie istotniejszych innowacji w procesach przerobczych rudy, powodujące wyraźne zwiększenie odzysku cyny.

Złoża kamienickie rud cyny są usytuowane w strefie ochronnej wód leczniczych w Świeradowie-Zdroju i Czerniawie-Zdroju, co dodatkowo ogranicza ich potencjalne zagospodarowanie (Michniewicz, 2011).

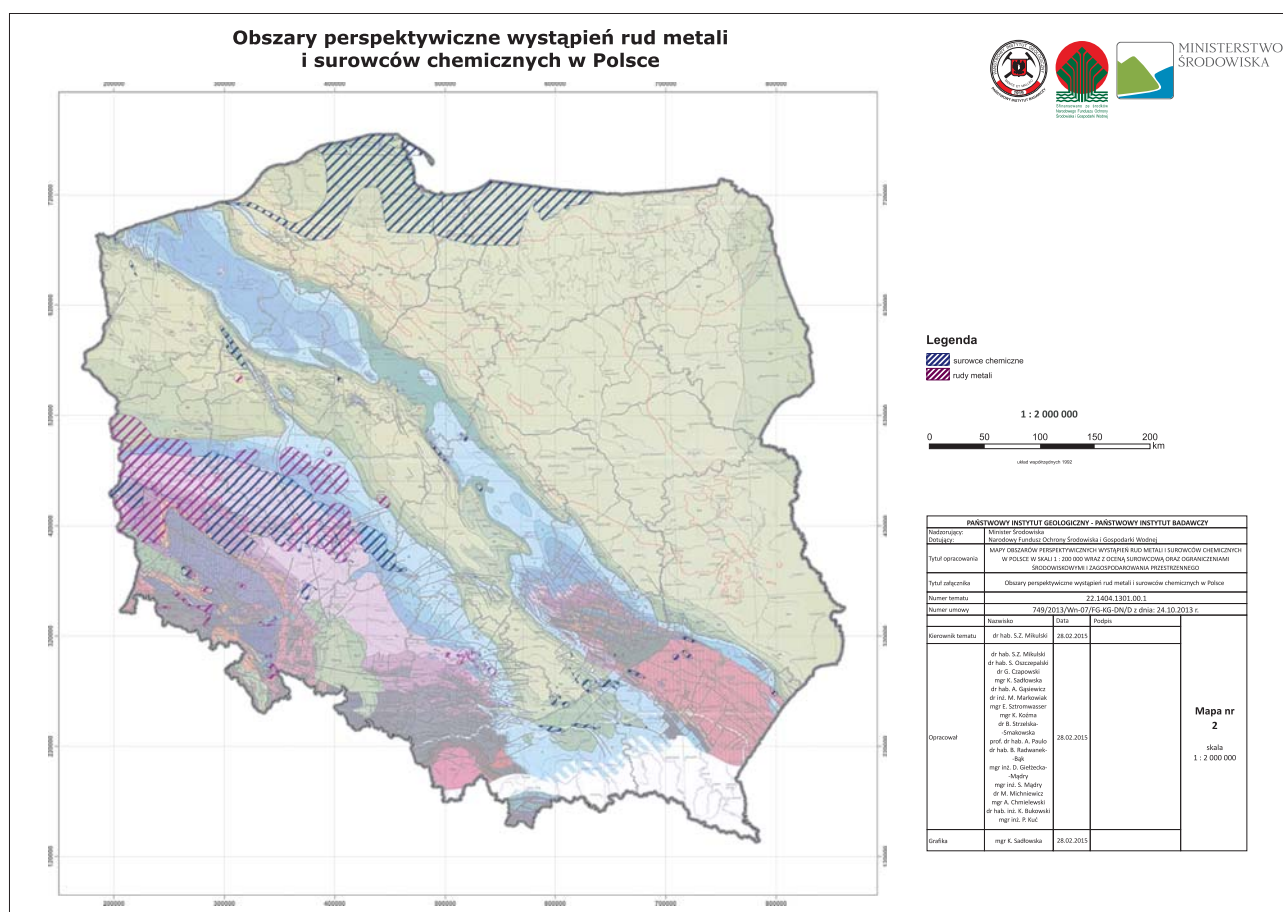
#### Obszary perspektywiczne i zasoby siarki

Rejony perspektywiczne dla nagromadzeń złożowych siarki występujące w zapadlisku przedkarpackim na głębokości od ok. 100 do 300–400 m są na ogół słabo i bardzo słabo rozpoznane wiertniczo. Znacznie mniejsze miąższości utworów siarkonośnych, a tym samym zasoby przewidywane, znajdują się w południowo-zachodniej części (rejon Kazimierza Wielka–Pacanów), a względnie największe w części północnej zapadliska przedkarpackiego (rejon tarnobrzeski związany z występowaniem dużych złóż siarki) i przy granicy z Ukrainą w rejonie złoża siarki „Basznia” (Czapowski i in., 2015). Zasoby prognostyczne siarki w Polsce, oszacowane dla trzech obszarów perspektywicznych, występują na obszarze o powierzchni ok. 32,6 km<sup>2</sup> i wynoszą ok. 202 mln t (tab. 1). Przeprowadzona analiza wskazuje ogólnie na nieduże możliwości zwiększenia zasobów siarki rodzimej.

Wobec obecnej sytuacji zasobowej siarki rodzimej w kraju oraz niemal całkowitego odchodzenia od wykorzystania gospodarczego złóż siarki (tylko jedna czynna, otworowa kopalnia siarki rodzimej Osiek pokrywa zapotrzebowanie krajowe i eksportuje surowiec) nie rekomenduje się jakichkolwiek prac w tym zakresie.

#### Obszary perspektywiczne i przewidywane zasoby soli kamiennych i potasowo-magnezowych

Utwory solne w Polsce występują głównie w dwóch najważniejszych formacjach solonośnych w Polsce: starszej, datowanej na cechsztyń (perm górny), oraz młodszej



**Ryc. 4.** Obszary perspektywiczne wystąpień rud metali i surowców chemicznych na tle mapy geologicznej Polski (wg Dadlez i in., 2000)  
**Fig. 4.** Prospective areas of metal ores and chemical raw materials on the background of a geologic map of Poland (after Dadlez et al. 2000)

wieku badeńskiego (miocen środkowy; ryc. 4). Największe rozprzestrzenienie – ponad 60% powierzchni kraju (większość obszaru Nizy Polskiego) – i znaczenie surowcowe mają sole permskie, tworzące cztery kompleksy solne, które stanowią kluczowy element miąższościowy każdego z czterech wyróżnianych osadowych cyklotemów cechsztynu. Sole badeńskie występują na ograniczonym obszarze zapadiska przedkarpackiego w południowej Polsce oraz częściowo pod Karpatami. O ile w przeszłości ich zasoby stanowiły jedno z największych bogactw surowcowych Polski, o tyle obecnie ich rola w udziale krajowych zasobów soli jest marginalna, historyczne kopalnie zaś pełnią rolę palcówek muzealnych i turystyczno-rekreacyjnych oraz są wykorzystywane jako ośrodki sanatoryjne. Występujące w Polsce sole kamienne triasu dolnego i górnego mają ograniczony zasięg występowania i są słabo poznane.

Poza dokumentowaniem zasobów rozpoznanych złóż soli (np. Bukowski & Czapowski, w druku) w drugiej połowie ubiegłego wieku podejmowano już próby oszacowania krajowych zasobów perspektywicznych soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych (patrz spis literatury [W:] Mikulski i in., 2015b). Po 2000 r. takie ogólne szacunki przedstawiono w opracowaniu pod redakcją Wołkowicza i innych (2011), natomiast aktualnie najdokładniejszej informacji o tych zasobach dostarczyły wyliczenia oparte na okonturowaniu, na podstawie przyjętych kryteriów perspektywicznych, wystąpień soli na mapach w skali 1 : 200 000 (Czapowski i in., 2015; Czapowski & Bukowski, w druku). Dla soli kamiennej opracowano 57 arkuszy

map zaś dla soli potasowo-magnezowych 8 arkuszy, przyjmując głębokość występowania spągu serii solnej na 2000 m. Przy szacowaniu zasobów soli rozróżniono zasoby prognostyczne (ustalone do głębokości 1,2–1,5 km) i perspektywiczne (szacowane w interwale głębokości 1,2–1,5 do 2 km – Czapowski i in., 2015). Zasoby soli cechsztyńskich w wysadach solnych oszacowano dla 13 obszarów, częściowo zgrupowanych w trzy rejonu perspektywiczne, w tym 5 obszarów o zasobach przewidywanych i 8 o zasobach perspektywicznych (Czapowski & Bukowski, w druku). Zasoby dla wystąpień pokładowych, zaliczanych do 4 różnych cyklotemów, ustalono dla 55 obszarów zgrupowanych częściowo w 11 rejonów perspektywicznych. Wśród tych obszarów 48 posiada zasoby perspektywiczne, pięć ma zasoby prognostyczne zaś dwa obszary – zasoby przewidywane. Z kolei zasoby przewidywane soli mioceńskiej oszacowano dla wyróżnionych czterech obszarów perspektywicznych (3 obszary o zasobach prognostycznych i jeden obszar o zasobach perspektywicznych – Czapowski & Bukowski, w druku). Łączne zasoby przewidywane (prognostyczne i perspektywiczne) soli kamiennej wieku cechsztyńskiego i mioceńskiego, skupione w wystąpieniach typu wysadowego i pokładowego na obszarze Polski, oszacowano na ok. 4 bln t, zaś ich powierzchnia wynosi ponad 31 tys. km<sup>2</sup> (tab. 1). Są to prawie w całości sole wieku cechsztyńskiego (99,8%), a zasoby soli mioceńskich stanowią jedynie ułamek procenta (6,9 mld t, z powierzchnią ok. 137 km<sup>2</sup>).

Zasoby przewidywane soli potasowo-magnezowych (rozumiane jako ilość skały potasonośnej, bez określenia

na tym etapie rozpoznania udziału procentowego  $K_2O$ ) na obszarze Polski zostały oszacowane w wystąpieniach pokładowych, reprezentujących cyklotomy PZ1 do PZ3 (pominięto obecność tych soli w wysadach solnych ze względu na ich wyjątkowo skomplikowaną budowę wewnętrzną). Ustalono dla 12 obszarów perspektywicznych (w tym pięć obszarów o zasobach prognostycznych i siedem o zasobach perspektywicznych – Czapowski & Bukowski, w druku) wynoszą ok. 3,6 mld t, zaś całkowita powierzchnia ich wystąpień jest oceniana na ok. 465 km<sup>2</sup> (tab. 1). Dominują tu głównie zasoby perspektywiczne (ok. 2,8 mld t, powierzchnia ok. 355 km<sup>2</sup>), skoncentrowane przede wszystkim na obszarze Polski południowo-zachodniej.

### Obszary perspektywiczne i zasoby gipsów i anhydrytów

Pokłady siarczanów wapnia (gipsu i anhydrytu) tworzyły się na obszarze Polski w permie, triasie, jurze i neogenie, często towarzysząc utworom solnym. Największe znaczenie gospodarcze mają spośród nich gipsy miocenu występujące w rejonie nadnidziańskim zapadliska przedkarpackiego oraz gipsy i anhydryty cechsztynu z Dolnego Śląska (ryc. 4; Sztromwasser i in., 2015). Znaczna część tych terenów, na których znajdują się złoża gipsów, jest objęta obszarami Natura 2000. Szczególnie dotyczy to Niecki Nidziańskiej, gdyż są tam obecne parki krajobrazowe (Szaniecki PK i Nadnidziański PK) oraz inne formy krajobrazowe, które w pewnym stopniu mogą ograniczać przyszłą eksploatację.

Gipsy i anhydryty miocenijskie w zapadlisku przedkarpackim tworzą jeden kompleks skał siarczanowych (formacja z Krzyżanowic). Anhydryty występują jedynie na znacznych głębokościach (powyżej 250 m), natomiast gipsy zalegają płycej i są ograniczone do peryferyjnych części basenu (Kasprzyk, 2005). W północnej części zapadliska przedkarpackiego (Niecka Nidziańska), gipsy występują w formie słabo zaburzonego tektonicznie pokładu zaś w brzeźnych częściach niecek – połanieckiej, soleckiej i działoszyckiej – tworzą liczne naturalne wychodnie. W strefach osiowych niecek na większych głębokościach gipsom towarzyszą anhydryty. W południowej części zapadliska przedkarpackiego, w rejonie Rzeszowa, gipsy wykazują silne zaangażowanie tektoniczne, zostały one częściowo wchłonięte przez nasuwające się płaszczowiny karpackie, a częściowo spiętrzone przed ich czołem. W zachodniej części zapadliska gipsy stwierdzono w okolicach Krakowa i na Śląsku w rejonie Dzierżysławia k. Kietrza i Czernicy k. Rydułtowych.

Gipsy i anhydryty cechsztynu na Dolnym Śląsku występują w formie pokładowej w czterech cyklotemach. W niecce północnosudeckiej pokłady te cechuje zmienna miąższość, upad w kierunkach NW lub SE i znaczne zaburzenia tektoniczne. Na monoklinie przedsudeckiej i w peryklinie Żar znajdują się pokłady siarczanów o dużej miąższości, nachylone pod niewielkim kątem w kierunku NE i sięgające znacznych głębokości.

Wyznaczono łącznie 51 obszarów perspektywicznych wystąpień gipsów i anhydrytów, dla których oszacowano zasoby przewidywane, z podziałem na zasoby prognostyczne (bardziej szczegółowo rozpoznane) i perspektywiczne (mniej szczegółowo rozpoznane) (Mikulski i in., 2015b).

Dla miocenijskich gipsów i anhydrytów wyznaczono 18 obszarów wystąpień perspektywicznych: 12 obszarów gipsu i cztery obszary anhydrytu w Niecce Nidziańskiej, jeden obszar gipsu pod nasunięciem karpackim (Pogórze Strzyżowskie) i jeden na Płaskowyżu Głubczyckim (brzeźna zachodnia część zapadliska). W Polsce południowo-zachodniej wskazano 33 obszary wystąpień perspektywicznych cechsztyńskich gipsów i anhydrytów: 27 obszarów na terenie monokliny przedsudeckiej, trzy na peryklinie Żar, dwa w niecce północnosudeckiej oraz jeden na pograniczu niecki północnosudeckiej i perykliny Żar.

Zasoby przewidywane miocenijskiego gipsu i anhydrytu wynoszą łącznie 5,8 mld t, a ich powierzchnia to 179 km<sup>2</sup>, z tego zasoby prognostyczne gipsu, oszacowane dla 11 obszarów, wynoszą 460 mln t (powierzchnia – 11,56 km<sup>2</sup>). Średnia zawartość gipsu w obszarach z zasobami prognostycznymi wynosi około 90%. Dla pozostałych siedmiu obszarów w zapadlisku przedkarpackim, o łącznej powierzchni 167,74 km<sup>2</sup>, oszacowane zasoby perspektywiczne gipsu i anhydrytu wynoszą 5,3 mld t. Głębokość występowania spągu gipsu w zapadlisku przedkarpackim, w wyznaczonych obszarach, waha się od 3 do 100 m, a średnia miąższość serii złożowej wynosi od 9,3 do nieco ponad 35 m. Spąg pokładu anhydrytu znajduje się na głębokości 72,0–375,2 m, a średnia miąższość pokładu zmienia się od 17,4 do 21,3 m.

Główną część zasobów przewidywanych siarczanów cechsztynu w Polsce stanowią zasoby prognostyczne 10 obszarów wystąpień perspektywicznych objętych archiwalnymi opracowaniami geologicznymi, w których zostały określone zasoby anhydrytu lub anhydrytu i gipsu. Dziewięć z nich znajduje się na monoklinie przedsudeckiej, w granicach LGOM, a jeden w niecce północnosudeckiej. Ich zasoby prognostyczne wynoszą łącznie 483 mld t, a powierzchnia – 1167 km<sup>2</sup>. Głębokość występowania stropu kopaliny w granicach obszarów o zasobach prognostycznych na monoklinie przedsudeckiej wynosi od 386,5 do 893,0 m, a spągu – 920,7–1726,4 m. Średnia miąższość anhydrytu z tych obszarów wynosi 107,1–184,0 m. W niecce północnosudeckiej w obszarze perspektywicznym kopalina ma miąższość od 9,0 do 91,7 m, średnio 23,0 m i zalega na głębokości 155,5–1581,7 m. Średnia zawartość anhydrytu dla obszarów perspektywicznych na terenie monokliny przedsudeckiej zmienia się od 92,03 do 93,25%, a gipsu – od 0,63 do 0,65%. W niecce północnosudeckiej zawartość gipsu waha się od 15,63 do 95,79%, średnio wynosi 62,52%, zaś średnia zawartość anhydrytu to 90,19%. Zasoby perspektywiczne anhydrytu pozostałych 23 obszarów wynoszą 86 mld t, a ich łączna powierzchnia to 401 km<sup>2</sup>.

Całkowite zasoby przewidywane gipsu i anhydrytu wieku cechsztyńskiego i miocenijskiego w Polsce wynoszą 576 mld t i występują na obszarze o powierzchni 1748 km<sup>2</sup> (tab. 1). Zdecydowaną większość (84%) stanowią zasoby prognostyczne, wynoszące 484 mld t. Wśród zasobów przewidywanych przeważają gipsy i anhydryty cechsztynu, stanowiąc 99% całkowitych ich zasobów. Wynoszą one prawie 570 mld t i zajmują obszar o powierzchni 1568 km<sup>2</sup>. W większości (85%) są to zasoby prognostyczne, występujące w 10 obszarach perspektywicznych i wynoszące 483 mld t. Wśród zasobów przewidywanych siarczanów miocenu przeważają zasoby perspektywiczne, wynoszące 5,3 mld t.

## PODSUMOWANIE

1. Opracowano 260 arkuszy map w skali 1 : 200 000 obszarów perspektywicznych (OP) rud metali (Cu-Ag, Zn-Pb, rudy tlenowe Zn – galmany, Mo-W, Ni, Sn, Au oraz Pt i Pd) i surowców chemicznych (sól kamienna, sole potasowo-magnezowe, gipsy, anhydryty, siarka) w Polsce wraz z ich oceną surowcową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego.

2. Szacunkowe zasoby perspektywiczne i prognostyczne dla rud metali wynoszą ok. 42,2 mln t Cu i 75 tys. t Ag (w 12 OP), ok. 20 mln t rud Zn-Pb (4 OP), 32 mln t rud Ni typu wietrzeniowego (10 OP), od 9,4 do 21,5 t Au w złożach typu żyłowego i metasomatycznego (7 OP) oraz ok. 22 mln t rud Sn (tab. 1).

3. Szacunkowe zasoby perspektywiczne i prognostyczne dla soli (do przyjętej głębokości spagu tych wystąpień równej 2 km) wynoszą: ok. 4,059 bln t soli kamiennej (68 OP) i 3,64 mld t soli potasowych i potasowo-magnezowych (12 OP) oraz 575,6 mld t gipsów i anhydrytów (51 OP) i ok. 202 mln t siarki (3 OP).

4. Całkowita powierzchnia obszarów perspektywicznych (licząc w sumie zasoby prognostyczne, perspektywiczne i hipotetyczne) rzutowana na powierzchnię terenu wynosi dla rud metali 15,25 tys. km<sup>2</sup> i dla surowców chemicznych 52,5 tys. km<sup>2</sup> (ryc. 1). Obszary perspektywiczne dla rud metali są związane z waryscydami południowej Polski, a surowce chemiczne z obszarami cechsztyńskiego basenu sedymentacyjnego oraz basenu miocenijskiego (ryc. 4). Dane przedstawione w tabeli 1 wskazują, że obszary perspektywiczne z zasobami prognostycznymi i perspektywicznymi dla lepiej rozpoznanych rud metali (Cu-Ag, Zn-Pb, Au, Ni, Sn z pominięciem rud Mo-W, Pt-Pd i ZnO) zajmują ok. 1 tys. km<sup>2</sup>, a w przypadku surowców chemicznych ok. 34 tys. km<sup>2</sup>.

5. W zakresie oceny konfliktów środowiskowych i uwarunkowań zagospodarowania przestrzennego opracowano 125 kart uwarunkowań środowiskowych dla obszarów perspektywicznych kopalni, z wyjątkiem soli, które omówiono w aspekcie regionalnym.

6. Racjonalne zagospodarowanie powierzchni terenu obszarów perspektywicznych kopalni jest kluczowe dla przyszłej możliwości ich eksploatacji. Zagospodarowanie wyznaczonych OP może mieć w przyszłości istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa surowcowego nie tylko Polski, lecz także Unii Europejskiej, wpływając pozytywnie na wzrost gospodarczy i zasobność lokalnych społeczności.

7. Opracowane mapy obszarów perspektywicznych powinny być uwzględniane w przygotowaniach planów zagospodarowania przestrzennego przez jednostki administracji państwowej i samorządowej. Stanowią także podstawowe źródło wiedzy dla potencjalnych inwestorów zainteresowanych eksploatacją kopalni, umożliwiające wskazanie obszaru przyszłej koncesji.

## LITERATURA

BANAŚ M., KUCHA H., MAYER W., PIESTRZYŃSKI A. & SALAMON W. 1985 – Okruszczenie ołowiem i cynkiem w złożach rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 53 (1/4): 13–42.

BAK B. & PRZENIOSŁO S. (red.) 1993 – Zasoby perspektywiczne kopalni Polski wg stanu na 31.XII.1990 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 1–238.

BEDNARCZUK B., BOLEWSKI A., CIUK E., DEPOWSKI S., GRUSZCZYK H., KOZŁOWSKI S., OSIKA R., PACZYŃSKI B., RAJECKI M., SAŁDAN M., SŁOWAŃSKA B. & SMAKOWSKI T. 1980 – Zasoby perspektywiczne kopalni Polski wg stanu na 1.I.1980 r. Inst. Geol., Warszawa.

BOLEWSKI A. & GRUSZCZYK H. (red.) 1986 – Zasoby perspektywiczne kopalni Polski (stan na 1981-01-01). Inst. Geol., Warszawa: 1–653.

BUKOWSKI K. & CZAPOWSKI G. [w druku] – Solnictwo w XXI wieku: aktualne problemy geologii utworów solnych w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*

CORINE 2002 – CORINE Land Cover update I&CLC2000 project. Technical Guidelines. Final version. European Environment Agency & European Topic Center, Terrestrial Environment.

CZAPOWSKI G. & BUKOWSKI K. [w druku] – Mapy wystąpień zasobów perspektywicznych soli w Polsce jako narzędzie w projektowaniu przyszłego zagospodarowania złóż kopalni. *Prz. Solny (Salt Rev.)*, *Rocz. Pol. Stow. Gór. Solnego*, 11.

CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., GAŚIEWICZ A. & SĄDŁOWSKA K. 2015 – Obszary perspektywicznych wystąpień i zasoby przewidywane surowców chemicznych Polski na mapach w skali 1 : 200 000: sól kamienna, sole potasowo-magnezowe i siarka. *Prz. Geol.*, 63 (9): 561–571.

DADLEZ R., MAREK S. & POKORSKI J. 2000 – Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, w skali 1 : 1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

GÓRECKA E. 1991 – Wpływ zjawisk tektonicznych na kształtowanie się złóż Zn-Pb (na przykładzie złoża Klucze, rej. olkuski). *Prz. Geol.*, 39: 137–147.

GÓRECKA E. 1993 – Geological setting of the Silesian-Cracow Zn-Pb deposits. *Geol. Quart.*, 37: 127–146.

GÓRECKA E., LEACH D.L. & KOZŁOWSKI A. (red.) 1996 – Carbonate-hosted zinc-lead deposits in the Silesian-Cracow area, Poland. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 154.

GRUSZCZYK H. & WIELGOMAS L. 1990 – Zinc and lead ores in the Silesia-Cracow Triassic. [W:] Osika R., (red.), *Geology of Poland: Mineral deposits*, t. 6. Inst. Geol. Warszawa: 172–177.

HARAŃCZYK C. 1966 – Cechsztyńskie ołowiono-srebrne łupki ilaste. *Rudy i Met. Nieżel.* 11/12: 613–620.

HARAŃCZYK C., GAŁKIEWICZ T., SZOSTEK L., KUREK S. & ROGOŹ S. 1980 – Porfirowa i skarnowa mineralizacja Cu-Mo z Zawiercia. *Cz. II. Mineralizacja. Rudy i Met. Nieżel.*, 25 (12): 558–565.

KARWOWSKI Ł. 1988 – Ewolucja fluidów mineralotwórczych waryscyjskiej formacji miedziowo-porfirowej na przykładzie rejonu Myszkowa-Mrzygłodu. *Pr. Nauk. Uniw. Śląsk.* 926: 7–86.

KASPRZYK A. 2005 – Modele genetyczne badeńskich anhydrytów w zapadlisku przedkarpackim na obszarze Polski. *Prz. Geol.*, 53 (1): 47–54.

KIJEWSKI P. & JAROSZ J. 1987 – Mineralizacja kruszcowa i formy występowania pierwiastków towarzyszących w złożu rudy miedzi. [W:] Kijewski P. (red.), *Metale towarzyszące w złożu rud miedzi, stan badań i perspektywy dalszego ich wykorzystania*. Wrocław, Cuprum: 21–47.

KOŹMA J. 2015 – Metodyka waloryzacji przestrzennej pokrycia terenu i obiektów ochrony przyrody dla potrzeb oceny konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopalni w obszarach perspektywicznych. *Prz. Geol.*, 63 (9): 581–588.

KUREK S. 1988 – Prawdopodobieństwo występowania mineralizacji Zn-Pb w utworach młodszego paleozoiku NE obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Prz. Geol.*, 36: 396–401.

LASOŃ K. 2003 – Geochemia molibdenowo-wolfradowego złoża porfirowego Myszków. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 405: 87–108.

MARKOWIAK M. 2015 – Charakterystyka mineralizacji kruszcowej na tle przeobrażeń termiczno-metasomatycznych skał w rejonie Żarek-Kotowic. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 203: 1–74.

MARKOWIAK M. i in. 1993 – Dokumentacja geologiczno-wynikowa otworu wiertniczego Pz-40 Myszków. *Nar. Arch. PIG Oddz. Górnośl.* Sosnowiec.

MICHNIEWICZ M. 1991 – Charakterystyka cynonośnych stref rudnych pasma łupkowego Starej Kamienicy między Czerniawą a Krobicą (Góry Izerskie). *Biul. Państw. Inst. Geol.* 367: 19–48.

MICHNIEWICZ M. 2011 – Rudy cyny. [W:] Wołkiewicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r.* Min. Środ. Warszawa: 105–107.

- MICHNIEWICZ M., BOBIŃSKI W. & SIEMIĄTKOWSKI J. 2008 – Mineralizacja cynowa w środkowej części pasma łupkowego Starej Kamienicy (Sudety Zachodnie). Pr. Państw. Inst. Geol., 185: 1–136.
- MIKULSKI S.Z. 1998 – Złotonośna mineralizacja kruszczowa z Barda Śląskiego (Sudety Środkowe). Pr. Geol., 46 (12): 1261–1267.
- MIKULSKI S.Z. 1999 – Złoto z Radzimowic w Górach Kaczawskich (Sudety) – nowe dane geochemiczne i mineralogiczne. Pr. Geol., 47 (11): 999–1005.
- MIKULSKI S.Z. 2000 – Poszukiwania mineralizacji scheelito-wo-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 Mountains (Western Sudetes, Poland) – an example of the transition of porphyry and epithermal style. Mineralium Deposita, 39 (8): 904–920.
- MIKULSKI S.Z. 2007 – The late-Variscan gold mineralization in the Kaczawa Mountains, Western Sudetes. Pol. Geol. Inst. Specl. Pap., 22: 1–162.
- MIKULSKI S.Z. 2010 – Charakterystyka i geneza złotonośnej mineralizacji arsenowo-polimetalicznej w złożu Czarnów (Sudety Zachodnie). Biul. Państw. Inst. Geol., 439: 303–320.
- MIKULSKI S.Z. 2011 – Rudy niklu. [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ. Warszawa: 107–109.
- MIKULSKI S.Z. 2012 – Występowanie i zasoby perspektywiczne rud niklu w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., 448 (2): 287–296.
- MIKULSKI S.Z. 2014 – Występowanie telluru i bizmutu w złotonośnych siarczkowych rudach polimetalicznych w Sudetach (SW Polska). Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, 30 (2): 15–34.
- MIKULSKI S. Z. 2015a – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową i ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego. Pr. Geol., 63 (9): 531–533.
- MIKULSKI S. Z. 2015b – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1:200 000: rudy złota typu żyłowego i metasomatycznego towarzyszące mineralizacji siarczkowej na Dolnym i Górnym Śląsku oraz w Małopolsce (południowa Polska). Pr. Geol., 63 (9): 546–555.
- MIKULSKI S.Z. & MARKOWIAK M. 2011 – Gold occurrence in the contact of the Małopolska and Upper Silesia blocks southern Poland. Gold in Poland, AM Monograph no 2: 307–317.
- MIKULSKI S. Z. & SĄDEŁOWSKA K. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1:200 000: rudy niklu typu wietrzeniowego (saproilitowego) na bloku przedsudeckim (SW Polska). Pr. Geol., 63 (9): 556–560.
- MIKULSKI S.Z. & SPECZIK S. 2008 – Organic and inorganic geochemistry of gold mineralization at the Złoty Stok, SW Poland. Applied Earth Science. Trans. Inst. Min. Metall. B, 117 (4): 149–159.
- 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. & STRZELSKA-SMAKOWSKA B. 2013 – The prospective and hypothetic areas of zinc and/or lead ores in different types of deposits beyond the Upper Silesia Zn-Pb Ore District in Poland. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, 29 (3): 5–20.
- 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., MALON A., TYMIŃSKI M., DYMOWSKI W., URBAŃSKI P., SIEKIERA D. & BOŃDA R. 2010 – Weryfikacja zasobów udokumentowanych złóż rud Zn-Pb rejonu zawierciańskiego. Biul. Państw. Inst. Geol., 439: 321–332.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S. & MARKOWIAK M. 2011a – Rudy molibdenu i wolframu: 117–121 [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ., Warszawa.
- MIKULSKI S.Z., STRZELSKA-SMAKOWSKA B. & RETMAN W. 2011b – Rudy cynku i ołowiu: 94–104 [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ., Warszawa.
- MIKULSKI S.Z., WOJCIECHOWSKI A. & OSZCZEPALSKI S. 2011c – Rudy złota: 110–117 [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ., Warszawa.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S. & MARKOWIAK M. 2012 – Występowanie i zasoby perspektywiczne rud molibdenu i wolframu w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol. 448 (2): 297–314.
- MIKULSKI S.Z., STRZELSKA-SMAKOWSKA B. & RETMAN W. 2013 – The prospective and prognostic areas of zinc and lead ores in the Upper Silesia Zn-Pb Ore District. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, 29 (2): 173–191.
- MIKULSKI S.Z., MARKOWIAK M., ZIELIŃSKI G. & GIRO L. 2015a – Nowe dane o mineralizacji tellurowo-bizmutowej z rejonu Myszkowa i Mysłowa, strefa kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim. Biul. Państw. Inst. Geol., 465: 99–122.
- MIKULSKI S. Z., OSZCZEPALSKI S., CZAPOWSKI G., SĄDEŁOWSKA K., GAŚIEWICZ A., MARKOWIAK M., STRZELSKA-SMAKOWSKA B., SZTROMWASSER E., KOŹMA K., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., PAULO A., CHMIELEWSKI A., RADWANEK-BAK B., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., MICHNIEWICZ M., BUKOWSKI K., KUĆ P., BLIŹNIUK A., KOSTRZ-SIKORA P. & PIOTROWSKA M. 2015b – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 :200 000 wraz z ich oceną surowcową i ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB [1714/2015], Warszawa.
- NIEĆ M. (red.), 2012 – Metodyka dokumentowania złóż kopalni stałych. Część IV – Poradnik. Szacowanie zasobów. Min. Środ. NFOŚiGW. Kraków.
- OSIKA R. (red.) 1979 – Zasady prognozowania i zasoby perspektywiczne kopalni Polski. Inst. Geol., Warszawa.
- OSZCZEPALSKI S. 2007 – Mineralizacja Au-Pt-Pd w cechsztyńskiej serii miedzionośnej na obszarach rezerwowych górnictwa miedzianego. Biul. Państw. Inst. Geol., 423: 109–124.
- OSZCZEPALSKI S. & CHMIELEWSKI A. 2015 – Zasoby przewidywane surowców metalicznych Polski na mapie w skali 1:200 000: miedź, srebro, złoto, platyna i pallad w utworach cechsztyńskiej serii miedzionośnej. Pr. Geol., 63 (9): 534–545.
- OSZCZEPALSKI S. & RYDZEWSKI A. 1997 – Atlas metalogiczny cechsztyńskiej serii miedzionośnej w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny. Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej SA. Warszawa.
- OSZCZEPALSKI S. & SPECZIK S. 2011 – Rudy miedzi i srebra. [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ. Warszawa: 76–93.
- OSZCZEPALSKI S. & SPECZIK S. 2014 – Perspektywiczna baza zasobowa rud miedzi w Polsce. [W:] Rola Polski w zwiększaniu bezpieczeństwa surowcowego Unii Europejskiej. Europa bezpieczna i konkurencyjna – realistyczny cel czy nieosiągalne marzenie? Perspektywa biznesu, Sopot, 1–3 października 2014: Drukarnia Piotra Włodarskiego: 5–23.
- OSZCZEPALSKI S., PIESTRZYŃSKI A., RYDZEWSKI A., SPECZIK S. & NICZYPORUK K. 1997 – Poszukiwania cechsztyńskiej mineralizacji Au-Pt-Pd w SW Polsce. [W:] Muszer A. (red.), Metale szlachetne w NE części Masywu Czeskiego i w obszarach przyлегłych. Geneza, występowanie, perspektywy. Konferencja Naukowa Jarnołtówek 19–21 czerwiec 1997 r. Wrocław: 48–55.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., BUŁA Z., LASOŃ K., MIKULSKI S., HABRYN R., TRUSZEL M., PAŃCZYK M., SIKORA R., WOŹNIAK P., MUCHA J., WASILEWSKA M. & KARWOWSKI Ł. 2008 – Prognoza złożowa podłoża paleozoicznego (i pokrywy mezozoicznej triasu) północno-wschodniego obrzeżenia GZW. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., MIKULSKI S.Z., LASOŃ K., BUŁA Z. & HABRYN R. 2010 – Porfirowa mineralizacja Mo-Cu-W w utworach prekambryjsko-paleozoicznych – analiza prognostyczna strefy kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. Biul. Państw. Inst. Geol., 439: 339–354.
- OSZCZEPALSKI S., SPECZIK S. & WOJCIECHOWSKI A. 2011 – Gold mineralization in the Kupferschiefer oxidized series of the North Sudetic trough, SW Poland. [W:] Kozłowski A., Mikulski S.Z. (red.) Gold in Poland. AM Monograph 2: 153–168.
- PIECZONKA J., PIESTRZYŃSKI A., LENIK P. & CZERW H. 2007 – Rozmieszczenie minerałów kruszczowych w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej. Biul. Państw. Inst. Geol., 423: 95–108.
- PIECZONKA J., PIESTRZYŃSKI A., MUCHA J., GLUSZEK A., KOTARBA M. & WIĘCŁAW D. 2008 – The red-bed-type precious metal deposit in the Sieroszowice-Polkowice copper mining district, SW Poland. Ann. Soc. Geol. Pol., 78: 151–280.

- 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 molibdeno-wolframowo-miedziowych Myszków w kategorii C2. Narod. Arch. Geol. PIB-PIB.
- PIESTRZYŃSKI A., WODZICKI A. & BANASZAK A. 1996 – Złoto w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej. *Prz. Geol.*, 44: 1098–1102.
- PIESTRZYŃSKI A., PIECZONKA J., SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. & BANASZAK A. 1997 – Noble metals from the Kupferschiefer-type deposits, Lubin–Sieroszowice, SW Poland. [W:] Papunen H. (red.), *Mineral Deposits: Resources and Exploration – Where do They Meet?*. Balkema, Rotterdam: 563–566.
- PLUCIŃSKI S., CIS W., GARGUL J., OLEWIŃSKI L., WRÓŃSKI W. & ZAKRZEWSKI J. 1996 – Technologie odzysku metali towarzyszących. [W:] Piestrzyński A. (red.), *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*: 1080–1116.
- PODEMSKI M. (red.), BUŁA Z., CHAFFEE M. A., CIEŚLA E., EPPINGER R., HABRYN R., KARWOWSKI Ł., LASON K., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., SNEE L.W., ŚLÓSZARZ J., TRUSZEL M., WYBRANIEC S. & ŻABA J. 2001 – Palaeozoic porphyry molybdenum-tungsten deposit in the Myszków area, Southern Poland. *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, 6: 1–87.
- PRZENIOSŁO S. 1974 – Cynk i ołów w utworach węglanowych triasu rejonu zawierciańskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 278: 115–186.
- ROZPORZĄDZENIE 2001 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 grudnia 2001 r. w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny. *Dz.U.* 2001 Nr 153 poz. 1774.
- ROZPORZĄDZENIE 2005 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopaliny. *Dz. U.* Nr 116, poz. 978 z dnia 29 czerwca 2005 r.
- ROZPORZĄDZENIE 2011 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny. *Dz.U.* 2011 Nr 291 poz. 1712.
- RUBINOWSKI Z. 1971 – Rudy metali nieżelaznych w Górach Świętokrzyskich i ich pozycja metalogiczna. *Inst. Geol. Biul.* 247: 1–162.
- RUBINOWSKI Z. 1986 – Obszary perspektywiczne i ich zasoby: obszar kielecki. [W:] Bolewski A., Gruszczak H. (red.), *Zasoby perspektywiczne kopaliny Polski – Rozdz. 7. Rudy cynku i ołowiu*. Inst. Geol., Warszawa: 216–220.
- SAS-GUSTKIEWICZ, M. 2007 – Ore-forming processes in the Upper Silesian Zn-Pb ore deposits. [W:] Sass-Gustkiewicz M. & Sawłowicz Z. (red.), *Mineral Exploration and Research: Digging Deeper. The 9<sup>th</sup> Biennial SGA Meeting, Dublin, Ireland, 20<sup>th</sup>–23<sup>rd</sup> August 2007. Post Conference Field Trip 7 Guide-Poland*: 77–97.
- SAWŁOWICZ Z. 1993 – Iridium and other platinum-group elements as geochemical markers in sedimentary environments. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, 104: 253–270.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M., KOSTRZ-SIKORA P., BLIŻNIUK A. & PIOTROWSKA M. 2015 – Ograniczenia środowiskowe obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce. *Prz. Geol.*, 63 (9): 589–597.
- SMAKOWSKI T. & SZAMAŁEK K. 2011 – Zasady określania zasobów perspektywicznych kopaliny. [W:] Wołowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopaliny Polski wg stanu na 31 XII 2009 r.* Min. Środ. Warszawa: 11–15a.
- SPECZIK S., OSZCZEPALSKI S. & MAŁECKA K. 2014 – Nowe dane na temat bazy zasobowej rud miedzi i srebra w Polsce. *Zesz. Nauk. Inst. Gosp. Sur. Miner. i Energią PAN*, 88: 235–250.
- STRZELSKA-SMAKOWSKA B. 1993 – Możliwość występowania złóż rud Zn-Pb w obszarze Lubliniec–Koziegłowy. *Zesz. Nauk. AGH*, 1540, 19 (3), s. 164.
- STRZELSKA-SMAKOWSKA B. 2006 – Renesans zainteresowania tlenowymi rudami cynku. *Gospodarka Sur. Min.* 22, zeszyt spec. 1: 253–261.
- STRZELSKA-SMAKOWSKA B., MUCHA J., WASILEWSKA M., PAULO A., GAŁAŚ A. & KRZAK M. 2008 – Mineralizacja Zn-Pb w obszarze Koszęcin–Żarki. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 429: 203–208.
- SZTROMWASSER E., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., KUĆ P. & SADŁOWSKA K. 2015 – Zasoby perspektywiczne surowców siarczanowych Polski na mapach w skali 1 : 200 000: gipsy i anhydryty. *Prz. Geol.*, 63 (9): 572–580.
- SZUFLICKI M., MALON A. & TYMIŃSKI M. (red.) 2016 – Bilans zasobów złóż kopaliny w Polsce (wg stanu na 31.12.2015 r.). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SZUWARZYŃSKI M. 1996 – Ore bodies in the Silesian–Cracow Zn-Pb ore district, Poland. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 154: 9–24.
- USTAWA 2011 – Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze. *Dz.U.* 2011 Nr 163 poz. 981 z późn. zm.
- WOŁKOWICZ S., SMAKOWSKI T. & SPECZIK S. (red.) 2011 – Bilans perspektywicznych zasobów kopaliny Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ. Warszawa.
- ZIENTEK M.L., OSZCZEPALSKI S., PARKS H.L., BLISS J.D., BORG G., BOX S.E., DENNING P.D., HAYES T.S., SPIETH V. & TAYLOR C.D. 2015 – Assessment of undiscovered copper resources associated with the Permian Kupferschiefer, Southern Permian Basin, Europe: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5090-U, s. 94.