

## Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1 : 200 000 – rudy niklu typu wietrzeniowego (saproliitowego) na bloku przedsudeckim (SW Polska)

Stanisław Z. Mikulski<sup>1</sup>, Katarzyna Sadłowska<sup>1</sup>



S.Z. Mikulski



K. Sadłowska

**The prospective maps of metallic ores in Poland at scale 1 : 200 000 – the weathered-type (saproilitic) Ni ores in the Fore-Sudetic Block (SW Poland).** *Prz. Geol.*, 63: 556–560.

*A b s t r a c t.* Ten prospective areas have been delineated for nickel ores of weathered type (saproilitic Ni ores) in Poland. The Ni ores are hosted by serpentinite wastes developed on the Szklary, Braszowice–Brzeźnica and Gogolów–Jordanów massifs in the Fore-Sudetic Block of Lower Silesia. In total the prospective areas cover ca. 43 km<sup>2</sup>. The prospective areas were recognized on the basis of current regulations which defined marginal parameters of a specific deposit and delineated its borders. Total prognostic and prospective Ni ore resources were calculated for ca. 32.5 million Mg (ca. 120 thousand Mg Ni metal). Among them five prospective areas with prognostic resources (ca. 22 million Mg of Ni ores, ca. 89.1 thousand Mg of Ni metal) and five with prospective resources (ca. 10.5 million Mg of Ni ores, ca. 32.1 thousand Mg of Ni metal) were recognized. Modern Ni prospecting and verification of current documented resources in the Szklary Ni deposits according to new criteria should increase Ni weathered-type ore resources in Poland. Besides, the development of proper hydrometallurgical processing of low-grade Ni-saproilitic-type ores is highly required.

**Keywords:** nickel, prospective areas, saproilitic ores, Fore-Sudetic Block, Poland

Wyznaczenie obszarów perspektywicznych oraz ocenę zasobów rud niklu typu wietrzeniowego (saproliitowego lub krzemianowego) w Polsce wykonano w ramach tematu Państwowej Służby Geologicznej, sfinansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Mikulski i in., 2015). Niniejszy artykuł stanowi rozszerzoną i zaktualizowaną wersję materiałów (Mikulski, 2011) opublikowanych w „Bilansie perspektywicznych zasobów kopalni Polski” w 2011 r. (Wołkowicz i in., 2011). W Polsce perspektywy wystąpień złóż rud niklu są związane z obszarem Dolnego Śląska, gdzie na bloku przedsudeckim już od ponad 100 lat są znane złożowe koncentracje niklu w postaci rud krzemianowych, które w rejonie Szklar eksploatowano do 1983 r.

### MODEL OPISOWY ZŁOŻA RUD NIKLU TYPU WIETRZENIOWEGO (SAPROLITOWEGO)

Za typowy model złóż wietrzeniowych rud niklu w Polsce przyjęto złożo w Szklarach. Reprezentuje ono typ saproliitowy (krzemianowy) rud niklu, które powstały w wyniku procesów wietrzenia górnodewońskich zserpentynizowanych skał zasadowych i ultrazasadowych wchodzących w skład formacji ofiolitowej otaczającej blok sowiogórski (Fedak & Niškiewicz, 1979; Gruszczuk i in., 1984; Majerowicz & Pin, 1994; Mikulski, 2012). Masyw serpentynitowy Szklar tworzy kilka odizolowanych wzgórz rozciągających się południkowo, odsłaniających się na długości ok. 5 km i szerokości 1 km. W kenozoiku skały masywu serpentynitowego uległy intensywnemu i długotrwałemu wietrzeniu, które doprowadziło do powstania krzemianowych rud niklu (Dubieńska, 1995). W złożu w Szklarach, podob-

nie jak i w innych typu saproliitowego, rudy niklu występują w zwietrzelinie skał serpentynitowych w formie gniazd, kieszeni, żył i soczewek nieregularnie rozmieszczonych wzdłuż stref spekań i uskoków (Jamrozik, 1975; Niškiewicz i in., 1995). Zwietrzelina ma zmienną miąższość od kilku do ponad 100 m, przeciętnie ok. 40 m. Niškiewicz (1967), ze względu na rodzaj skały wyjściowej oraz stopień zmian, wyróżnił trzy jej typy: zwietrzałe serpentynity lite, zwietrzałe serpentynity z bločkami i zwietrzeliny serpentynitowe ziemiste. Zwietrzeliny te zajązbiają się ze sobą. Główna masa niklu jest związana ze zwietrzeliną serpentynitową ziemistą o barwach rdzawożółtej, rdzawo-czerwonej i szarozielonej. Rudy niklu, które tworzą głównie uwodnione krzemiany niklowo-magnezowe, zawierają zmienne koncentracje metalu w zakresie od 0,7 do 3–5% Ni w zwietrzelinie. Towarzyszą im domieszki Fe, Cr i Co. Mineralami rudnymi są pimeilit (17–31% NiO) i schuchardtyt (5–20% NiO) oraz minerały ilaste, takie jak: montmorillonit niklowy, sepiolit i wermikulit, które zawierają do kilku procent tlenku niklu (Ostrowicki, 1965; Dubieńska, 1995). W Szklarach zostały udokumentowane trzy złoża (Birecki & in. 1962; Gawrońska, 1962, 1963; Preidl, 1965; Preidl & Kluza, 1978; Wirth & Golczak, 1987).

Długotrwałe intensywne supergeniczne procesy wietrzenia serpentynitów w paleogenie oraz późniejsze wahania poziomu zwierciadła wód gruntowych powodowały zmienne warunki pH-Eh, które były odpowiedzialne za migrację i redystrybucję pierwiastków, takich jak: Mg, Fe, Si, Ni, Cr, Ca, Al i Mn, zawartych pierwotnie głównie w oliwinach czy minerałach serpentynu powstałych wskutek serpentynizacji perydotytów (Sadłowska, 2013). W masywie Szklar pod niklonosną zwietrzeliną występuje także

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

magnezyt. Wypełnia on żyły i szczeliny, tworząc nieregularną siatkę przecinającą pod różnymi kątami zwietrzały serpentynit. Lokalnie, powyżej wystąpień magnezytów, został rozpoznany również birbirynt (silnie krzemionkowy-zażelaziony metasomatyt; Mikulski, 2014).

### KRYTERIA BILANSOWOŚCI I STAN ROZPOZNANIA ZŁÓŻ UDOKUMENTOWANYCH

W opracowaniu dla wydzielenia obszarów perspektywicznych rud niklu typu wietrzeniowego zostały przyjęte graniczne wartości parametrów definiujących złożę i jego granice (tab. 1) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011r. (Rozporządzenie, 2011), zastępujące Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 grudnia 2001 r. (Rozporządzenie, 2001). Zmniejszeniu uległa minimalna zawartość niklu w próbce konturującej złożę – z 0,5 do 0,3% oraz minimalna średnia ważona zawartość niklu w profilu złoża wraz z przerostami – z 0,5 do 0,3% (tab. 1).

Podziału obszarów perspektywicznych na grupy dokonano zgodnie z przyjętymi w opracowaniu kryteriami podziału przypuszczalnych zasobów na zasoby prognostyczne i perspektywiczne. Kryteriami tymi są: parametry kopaliny oraz położenie obszarów względem rozpoznanych złóż, głębokość zalegania oraz zakres rozpoznania złóż mierzony liczbą otworów, w których stwierdzono kopalinę bilansową. Do zasobów prognostycznych zaliczono dawne zasoby pozabilansowe znajdujące się w obszarach wcześniej wydzielonych złóż wietrzeniowych Ni, do perspektywicznych – zasoby w obrębie pierwotnie wydzielonych obszarów nie spełniające ówczesnych kryteriów bilansowości, a spełniające obecne wytyczne w zakresie parametrów definiujących złożę i jego granice. Zasoby hipotetyczne zostały w tym artykule pominięte. W opracowaniu uwzględniono również wytyczne szacowania zasobów perspektywicznych kopalin wg Smakowskiego & Szamałka (2011).

Zasoby rud wietrzeniowych Ni w Polsce podawane w rocznym „Bilansie zasobów złóż kopalin” były policzone w ubiegłym stuleciu. Ówczesne kryteria bilansowości zakładały m.in.: zawartość Ni w złożu  $\geq 0,7\%$ , minimalną miąższość złoża 1 m oraz stosunek miąższości nadkładu do rudy w złożu 2 : 1. Zasoby te nie zostały dotychczas zve-

ryfikowane i ich stan nie uległ zmianie od momentu zakończenia wydobywania w 1983 r. Bilansowe zasoby geologiczne 3 złóż w rejonie Szklar, rozpoznanych w kategoriach B i C1 wynoszą 14,64 mln t rudy i 117,0 tys. t metalu (średnia zawartość 0,8% Ni; Szuflicki i in., 2015). Roczna produkcja niklu ze złoża w Szklarach w latach 1955–1982 kształtowała się na poziomie od 0,8 do 1,33 tys. t niklu metalicznego. Powodem zaniechania eksploatacji tego złoża były wymogi ochrony środowiska oraz wysoka energochłonność procesu metalurgicznego.

W ostatnich latach rejon złóż w Szklarach był przedmiotem dwóch koncesji poszukiwawczych i dokumentacyjnych. Na tym obszarze były przeprowadzone prace wiertnicze w obszarze koncesyjnym KGHM „Polska Miedź” S.A., który obejmował dawne wyrobisko złoża Szklary–Szklana Góra oraz w obszarze koncesyjnym australijskiej firmy Northern Mining Ltd. obejmującym część północno-zachodnią udokumentowanego złoża Szklary–Wzgórze Koźmickie oraz obszar udokumentowanego złoża Szklary–Wzgórze Siodłowe. Prace te miały na celu weryfikację zasobów oraz przeprowadzenie testów metalurgicznych w celu opracowania nowoczesnej technologii odzysku niklu również z uboższych partii rud (o zawartości 0,3–0,4% Ni).

Poza obszarem złoża w Szklarach w ubiegłym stuleciu zostały rozpoznane również nikłonośne zwietrzliny serpentynitowe na innych masywach (Braszowice–Brzeźnica i Gogołów–Jordanów) w rejonie Grochowej–Braszowic, Wir–Gogołowa i Słupicy (Daniec, 1957; Gajewski & Błocki, 1960; Fedak, 1963; Kerber, 1963; Hartliński, 1965; Szyńska, 1965; Gajewski, 1966; Tichanowicz & Preidl, 1966). Na podstawie prac dokumentacyjnych złoża magnezytu przeprowadzonych w latach 60. XX w. w Braszowicach stwierdzono tam również nikłonośną rudę w formie gniazd, wypełniającą stosunkowo regularne zagłębienia w zwietrzelinie serpentynitowej (Gajewski, 1966). W strefach o większej miąższości zwietrzliny (ok. 25 m) wydzielono obszary o zawartości niklu  $>0,5\%$  (maks.  $>3\%$  Ni). Stwierdzone zasoby zostały w niniejszym opracowaniu zakwalifikowane do zasobów prognostycznych. Niewielkie (pozabilansowe) koncentracje rud krzemianowych udokumentowano w rejonie kopalni magnezytu w Wirach (Fedak & Niškiewicz, 1979).

**Tab. 1.** Graniczne wartości parametrów definiujących złożę i jego granice dla rud wietrzeniowych niklu (Rozporządzenie, 2011)  
**Table 1.** Threshold values of parameters defining a mineral deposit and its boundaries for weathered-type Ni ores in Poland (Rozporządzenie, 2011)

<b>Złoża rud niklu (wietrzeniowe)</b> <i>Nickel ore deposit (weathered type)</i>			
<b>Lp.</b>	<b>Parametr</b>	<b>Jednostka</b> <i>Unit</i>	<b>Wartość brzeźna</b> <i>Contour value</i>
1.	Maksymalna głębokość dokumentowania <i>Maximum depth of documentation</i>	m	100
2.	Minimalna zawartość niklu (Ni) w próbce konturującej złożę <i>Minimum content of Nickel (Ni) in sample contouring deposit</i>	%	0,3
3.	Minimalna średnia ważona zawartość niklu (Ni) w profilu złoża wraz z przerostami <i>Minimum weighted mean value of the Nickel (Ni) content in the deposit profile including intergrowths</i>	%	0,3
4.	Minimalna zasobność złoża (Ni) <i>Minimum productivity of deposit (Ni)</i>	kg/m <sup>2</sup>	30

## OBSZARY I ZASOBY PERSPEKTYWICZNE I PROGNOSTYCZNE WIETRZENIOWYCH RUD NIKLU

Wydzielonych zostało 10 obszarów perspektywicznych dla wietrzeniowych (krzemianowych) rud niklu typu saprolitowego. Obszary perspektywiczne są zlokalizowane w obrębie zwietrzelin serpentynitowych na trzech masywach serpentynitowych (Szklary, Gogołów–Jordanów, Grochowa–Brasowice) na bloku przedsudeckim na Dolnym Śląsku.

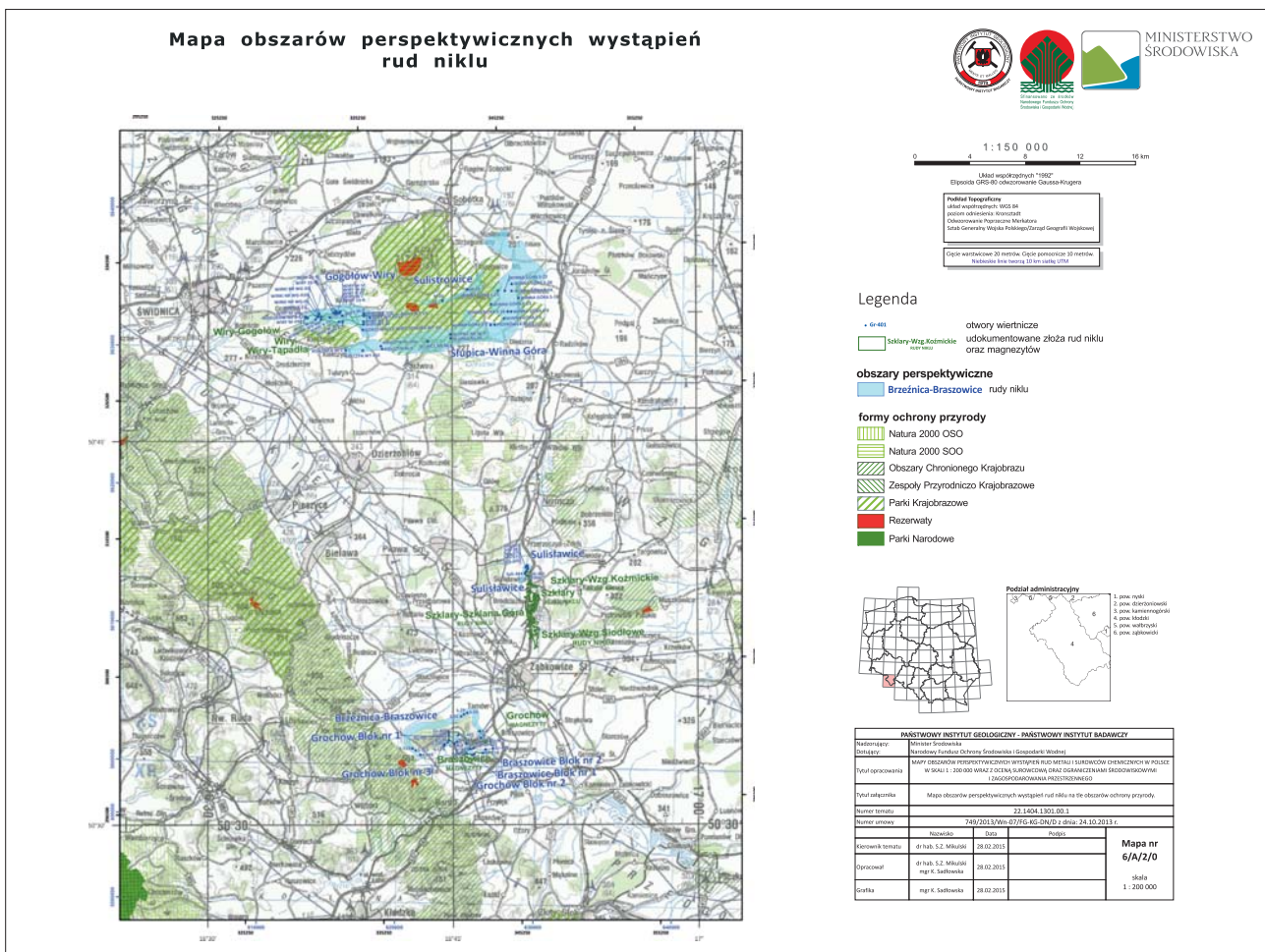
Za najbardziej perspektywiczne dla wystąpień krzemianowych rud niklu zostały uznane następujące obszary perspektywiczne (ryc. 1):

- Sulistrowice (na północ od Szklar w kierunku Przerzeczyna Zdroju – kontynuacja ofiolitu Szklar),
- **Brasowice blok nr 1 i Brasowice blok nr 2** (na zachód od wzgórza Brasowice),
- **Grochów Blok nr 1, 2 i 3** (na południowych zboczach wzgórza Grochowej) oraz **Brzeźnica–Brasowice** (wokół masywu serpentynitowego),
- **Gogołów–Wiry** w północno-zachodniej części pokrywy zwietrzelinowej masywu serpentynitowego Gogołów–Jordanów w rejonie Wirek,
- **Słupica–Winna Góra** (w południowym obrzeżeniu i wschodniej części masywu Gogołów–Jordanów),

– **Sulistrowice** (w północnej części masywu Gogołów–Jordanów).

Najwięcej obszarów perspektywicznych – 6 (**Brasowice Blok nr 1 i 2, Grochów Bloki nr 1, 2 i 3** oraz **Brzeźnica–Brasowice**) wydzielono na masywie Gogołów–Jordanów. Trzy z nich (**Gogołów–Wiry, Słupica–Winna Góra, Sulistrowice**) – na masywie Gogołów–Jordanów, a tylko jeden (**Sulistrowice**) – na masywie Szklar. Wszystkie obszary perspektywiczne zajmują w sumie powierzchnię ok. 4297 ha. Największy jest rejon Słupica–Winna Góra (2832 ha), a najmniejszy Grochów Blok nr 2 (ok. 4,5 ha). Obszary perspektywiczne na tych masywach zajmują następujące powierzchnie: Grochowa–Brasowice – ok. 485,6 ha, Gogołów–Jordanów – prawie 7-krotnie więcej tj. ok. 3800 ha, a na masywie Szklar zaledwie ok. 6 ha. Zasoby prognostyczne i perspektywiczne rud wietrzeniowych niklu ww. obszarach perspektywicznych wynoszą prawie 32,5 mln t rud Ni, a zasoby tego metalu ok. 121,3 tys. t przy średniej zawartości ok. 0,3% Ni. Zestawienie zasobów perspektywicznych oraz parametrów w poszczególnych rejonach zestawiono w tabeli 2.

Dla wydzielonych obszarów oprócz zasobów perspektywicznych można również oszacować zasoby prognostyczne rud wietrzeniowych niklu. Zasoby prognostyczne zostały obliczone głównie w rejonie wystąpień zwietrzelin



**Ryc. 1.** Obszary perspektywiczne wystąpień rud wietrzeniowych (saprolitowych) niklu na arkuszach Kłodzko i Wałbrzych mapy topograficznej w skali 1 : 200 000 wraz z elementami konfliktów środowiskowych  
**Fig. 1.** The prospective areas of the weathered-type (saprolitic) nickel ore on the Kłodzko and Wałbrzych map sheets at scale 1 : 200 000 with the environmental elements constraints



**Tab. 2.** Zestawienie parametrów obszarów perspektywicznych dla wystąpień złóż rud wietrzeniowych niklu w Polsce  
**Table 2.** Threshold values of parameters for the prospective areas of weathered-type (saprolitic) Ni ores in Poland

Masywy serpentynitowy <i>Name of serpentinite massif</i>	Nazwa obszaru perspektyw. <i>Name of the prospective area</i>	Pow. obsz. perspektyw. <i>Surface of the prospective area</i> [ha]	Przewidywane zasoby rud Ni [mln t] <i>Predicted Ni ore resources</i> [mln Mg]	Zasoby metalu [tys. t] <i>Ni metal resources</i> [thousand Mg]	Miąższość Rud Ni <i>Thickness of Ni ores</i> [m]	Zawartość Ni <i>Ni Content</i> [%]	Miąższość nadkładu <i>Thickness of overburden</i> [m]
Grochów-Braszowice	Braszowice Blok nr 1	16,2329	4,593	19,51	śr. 12,9	0,380 i 0,68	6,74 i 0,42
	Braszowice Blok nr 2	24,1048	3,064	14,149	śr. 11,7	0,37 i 0,66	7,98 i 9,27
	Grochów Blok nr 1	16,8867	4,418	13,695	13,63	0,31	5,17
	Grochów Blok nr 2	4,4723	1,055	3,271	12,67	0,31	3,87
	Brzeźnica-Braszowice	406,3278	1,5	4,6	1	0,3	1–2
	Grochów Blok nr 3	17,5811	0,170	0,51	0,51	1	0,3
Gogołów-Jordanów	Gogołów-Wiry	36,3326 735,1014	3,587 6,0	19,968 18,5	6	0,3	>40 20–60
	Słupica-Winna Góra	2832,7237	5,3 1,98	18,56 5,9	7,8–18,6 5	0,32–0,44 0,3	7–31 10–80
	Sulistrowice	198,4311	0,83	2,5	3	0,3	
Szklary	Sulistawice	45,7591	0,042	0,126	2	0,3	0–20
Zasoby prognostyczne <i>Prognostic resources</i>		61,6967	22,017	89,153			
Zasoby perspektywiczne <i>Prospective resources</i>		3991,734	10,522	32,136			

na masywie Grochowa–Braszowice. Na terenie tym w latach 60. XX w. udokumentowane były zasoby bilansowe i pozabilansowe, wynoszące razem ok. 13,13 mln t rudy (ok. 50,6 tys. t niklu). Obecnie zasoby te są uznane za pozabilansowe i nie figurują w „Bilansie zasobów złóż kopalni w Polsce”.

W masywie Gogołów–Jordanów w rejonie Wirek i Słupicy udokumentowane były również zasoby rud wietrzeniowych niklu (8,9 mln t rudy, 38,5 tys. t niklu). Jednak wg starych kryteriów bilansowości są to zasoby pozabilansowe.

Rudy krzemianowe niklu występujące w rejonie masywu serpentynitowego Gogołów–Wiry, podobnie jak w Grochowej–Braszowicach, są rudami uboższymi niż w Szklarach. W rejonie Wir rudy te występują dodatkowo w niewielkich i odizolowanych gniazdach, pod nadkładem o dużej i zróżnicowanej miąższości (2–90 m). To spowodowało, że technologia wydobycia stosowana w połowie ub. w. byłaby nieopłacalna ekonomicznie i znacznie droższa niż jednostkowa eksploatacja w Szklarach, czy nawet w rejonie Grochowej. Bazując na wynikach archiwalnych prac prospekcyjnych z ubiegłego stulecia, można wskazać na jego perspektywiczność w trzech oddzielnych rejonach obejmujących w sumie ok. 43 km<sup>2</sup>.

Podsumowując, można oczekiwać przyrostu zasobów perspektywicznych niklu w kenozoicznych powłokach zwietrzelinowych na masywach serpentynitowych bloku przedsudeckiego. Przyrost ten jest możliwy poprzez weryfikację danych archiwalnych, zgodnie z obecnie obowiązującymi parametrami granicznymi definiującymi złożę i jego granice.

zującymi parametrami granicznymi definiującymi złożę i jego granice.

W ostatnim dziesięcioleciu czynnikiem sprzyjającym poszukiwaniu niklu był wzrost cen tego metalu oraz wypracowanie technologii, które zwiększają opłacalność jego odzysku wraz z metalami towarzyszącymi (Co) również z uboższych partii rud wietrzeniowych.

Obowiązujące w latach 80. XX w. kryteria bilansowości dla zwietrzelinowych rud niklu w Polsce zakładały m.in.: zawartość Ni  $\geq 0,7\%$ , minimalną miąższość złoża 1 m oraz stosunek miąższości nadkładu do złoża 2 : 1.

Dalsze prace poszukiwawcze, takie jak nowoczesne badania geofizyczne (magnetyka, VLF) i geochemiczne (podglebowe) oraz płytkie wiercenia (20–100 m), powinny objąć obszary zwietrzelin serpentynitowych na masywach: Szklar, Grochowa–Braszowice i Gogołów–Jordanów. Ze względu na niewielkie i gniazdowe formy wystąpień wietrzeniowych rud niklu prace geofizyczne i geochemiczne powinny mieć charakter szczegółowych profilowań. Udokumentowane w ubiegłym stuleciu niewielkie złoża pozabilansowych rud niklu występujące w złożach Grochów i Gogołów–Wiry na Dolnym Śląsku obecnie wymagają weryfikacji wg nowych wytycznych w zakresie dokumentowania złóż. Ograniczeniem jest forma występowania rud wietrzeniowych Ni w postaci niewielkich i odizolowanych gniazd o małych zasobach Ni. Poszukiwania będą wymagały od inwestorów odkrycia wielu ciał rudnych rozrzuconych od siebie w odległości od kilku do kilkunastu kilo-

metrów, co również utrudnia możliwość ich zagospodarowania. Pewnym ograniczeniem w prowadzeniu prac poszukiwawczych za rudami wietrzeniowymi Ni typu saprolitowego na Dolnym Śląsku jest występowanie chronionych obszarów środowiskowych oraz ich zaliesienie (Kozma, 2015; Sikorska-Maykowska i in., 2015).

## WNIOSKI

1. Zasoby perspektywiczne wietrzeniowych rud niklu typu saprolitowego są związane z wystąpieniami krzemianowych zwietrzelin niklonosnych na masywach serpentynitowych (Gogołów–Jordanów, Grochowa–Braszowice oraz Szklary), zlokalizowanych wokół bloku gnejsowego Gór Sowich na Dolnym Śląsku. W sumie zasoby prognostyczne i perspektywiczne rud niklu oszacowano na ok. 32,5 mln t, a zasoby metalu na ok. 120 tys. t niklu. Powierzchnia obszarów perspektywicznych dla wietrzeniowych rud niklu została w sumie oszacowana na ok. 43 km<sup>2</sup>.

2. Postępy hydrometalurgii rud wietrzeniowych Ni oraz ceny niklu pozwalają brać pod uwagę koncentracje tego metalu w rudzie już na poziomie ok. 0,3–0,4% Ni. Dlatego, wraz z intensyfikacją poszukiwań można oczekiwać przyrostu zasobów perspektywicznych niklu. Rud metalu zalegających w niewielkich i odizolowanych gniazdach można się spodziewać w zwietrzelinach serpentynitowych na masywach Gogołów–Jordanów, Braszowice–Brzeźnica i Szklary.

3. Weryfikacja dawnych zasobów rud wietrzeniowych niklu typu saprolitowego z rejonu Szklar (udokumentowane zasoby bilansowe ok. 14,6 mln t rudy Ni przy średniej zawartości w złożu ok. 0,7% Ni) wg nowych granicznych parametrów definiujących złożo i jego granice, zwiększyłyby znacznie zasoby w obrębie złóż w Szklarach.

Autorzy dziękują recenzentom za cenne uwagi, które ulepszyły ostateczną wersję manuskryptu. Materiały przedstawione w artykule zostały opracowane w ramach zadań PSG z projektu nr 22.1404.1301.00.1 sfinansowanego przez NFOŚiGW.

## LITERATURA

- BIRECKI T., BOJARSKI R. & GAWROŃSKA Z. 1962 – Dokumentacja geologiczna złoża rud niklu „Szklary” obszar Szklana Góra w kat. B+C1. Krakowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Surowców Hutniczych.
- DANIEC L. 1957 – Dokumentacja rud niklu rejonu „Wiry”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- DUBIŃSKA E. 1995 – Zróżnicowanie materiału wyjściowego zwietrzliny a rozwój laterytowych rud niklu. Przew. LXVI Zjazdu Pol. Tow. Geol., Wyd. Geol. Warszawa: 207–212.
- FEDAK J. 1963 – Perspektywy niklonosności sudeckich intruzji zasadowych. Prz. Geol. 4: 189–191.
- FEDAK J. & NIŚKIEWICZ J. 1979 – Rudy niklu. [W:] Dziedzic K., Kozłowski S., Majerowicz A., Sawicki L. (red.), Surowce Mineralne Dolnego Śląska. Wyd. PAN. Wrocław–Warszawa, 136–142.
- GAJEWSKI Z. 1966 – Masyw serpentynitowy Grochowa–Braszowice oraz jego znaczenie surowcowe. Biul. Inst. Geol., 280: 49–78.
- GAJEWSKI Z. & BŁOCKI E. 1960 – Dokumentacja geologiczna złoża magnezytu „Wiry”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- GAWROŃSKA Z. 1962 – Dokumentacja geologiczna złoża rud niklu w rejonie Grochowa i Braszowic, woj. wrocławskie, pow. Ząbkowice Śląskie. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- GAWROŃSKA Z. 1963 – Dokumentacja geologiczna złoża rud niklu w Szklarach – obszar Siodłowe Wzgórze. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- GRUSZCZYK H., OSIKA R. & SMAKOWSKI T. 1984 – Nikiel – Ni złoża [W:] Bolewski A. (red.), Surowce Mineralne Świata, Nikiel – Ni, Kobalt – Co.
- HARTLIŃSKI J. 1965 – Koreferat do Dokumentacji geologicznej „Występowanie krzemianowych rud niklu w obrębie masywu serpentynitowego Gogołów–Jordanów”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- JAMROZIK L. 1975 – Tektonika wewnętrzna masywu serpentynitowego Szklar. [W:] Przewodnik XLVII Zjazdu Pol. Tow. Geol., Świdnica, Wyd. Geol. Warszawa.
- KERBER B. 1963 – Wstępne wyniki prac hydrochemicznych przeprowadzonych w rejonie Strzegom–Sobótka i w okolicy Nowej Rudy. Prz. Geol., 4: 187–188.
- KOZMA J. 2015 – Metodyka waloryzacji przestrzennej pokrycia terenu i obiektów ochrony przyrody na potrzeby oceny konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopalni w obszarach perspektywicznych. Prz. Geol., 63 (9): 581–588.
- MAJEROWICZ A. & PIN CH. 1994 – The main petrological problem of the Mt. Ślęza ophiolite complex, Sudetes (Poland). Zbl. Geol., Paleont., 2 (9/10): 989–1018.
- MIKULSKI S.Z. 2011 – Rudy niklu: 107–109. [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. 2012 – Występowanie i zasoby perspektywiczne rud niklu w Polsce. Biul. Państ. Inst. Geol., 448 (2): 287–296.
- MIKULSKI S.Z. 2014 – Silnie krzemionkowy zażelazony metasomatyt (birbiry) ze strefy zwietrzenia masywu serpentynitowego w złożu niklu w Szklarach na Dolnym Śląsku. Biul. Państ. Inst. Geol., 458: 61–71.
- MIKULSKI S. Z., OSZCZEPALSKI S., CZAPOWSKI G., SADŁOWSKA K., GAŚIEWICZ A., MARKOWIAK M., STRZELSKA-SMAKOWSKA B., SZTROMWASSER E., KOZMA K., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., PAULO A., CHMIELEWSKI A., RADWANEK-BAK B., GIEŁZECKA-MADRY D., MADRY S., MICHNIEWICZ M., BUKOWSKI K., KUĆ P., BLIŹNIUK A., KOSTRZ-SIKORA P. & PIOTROWSKA M. 2015 – 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.
- NIŚKIEWICZ J. 1967 – Budowa geologiczna Masywu Szklar (Dolny Śląsk). Roczn. Pol. Tow. Geol., 37: 387–414.
- NIŚKIEWICZ J., CHOLEWICKA-MEYSNER D., DUBIŃSKA E., FARBISZ J., GUNIA P., JAMROZIK L., KUBICZ A., MAZUR S., PAJAK M. & SACHANBIŃSKI M. 1995 – Ofiolity z obrzeżenia bloku siewiogórskiego i towarzysząca im mineralizacja. Przewod. LXVI Zjazdu Pol. Tow. Geol., Wyd. Geol. Warszawa, 193–220.
- OSTROWICKI B. 1965 – Minerale niklu strefy wietrzenia serpentynitów w Szklarach (Dolny Śląsk). Pr. Miner. Kom. Nauk Miner. PAN Oddz. w Krakowie nr 1.
- PREIDL M. 1965 – Dokumentacja geologiczna złoża rud niklu w Szklarach, obszar Wzgórze Koźmickie; Wzgórze Siodłowe. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PREIDL M. & KLUZA S. 1978 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża rud niklu Szklary, obszar Szklana Góra w kat. B+C1. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE 2001 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 grudnia 2001 r. w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni. Dz.U. nr 153, poz. 1774, z późn. zm.
- ROZPORZĄDZENIE 2011 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny. Dz.U. nr 291, poz. 1712.
- SADŁOWSKA K. 2013 – Wstępne wyniki badań mineralizacji kruszcowej w skałach ultramaficznych południowej części masywu Szklar (okolice Bobolic). Biul. Państ. Inst. Geol., 458: 73–84.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M., KOSTRZ-SIKORA P., BLIŹNIUK 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 kopalni: 11–15. [W:] Wołkowicz S., Smakowski T., Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych Zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ. Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A. & TYMIŃSKI M. (red.) 2015 – Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.). PIG-PIB, Warszawa.
- SZYŃSKA M. 1965 – Występowanie krzemianowych rud niklu w obrębie masywu serpentynitowego Gogołów–Jordanów. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- TICHANOWICZ E. & PREIDL M. 1966 – Dokumentacja geologiczna złoża rud niklu i magnezytu wysadu „Grochów”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- WIRTH H. & GOLCZAK I. 1987 – Dodatek nr 3 do dokumentacji geologicznej złoża rud niklu „Szklary” obszar Wzgórze Siodłowe w kat. B + C1. Przedsiębiorstwo Geol. we Wrocławiu.
- WOŁKOWICZ S., SMAKOWSKI T. & SPECZIK S. (red.) 2011 – Bilans perspektywicznych Zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. Min. Środ. Warszawa.