

BEZPIECZEŃSTWO SUROWCOWE POLSKI – OCENA SYTUACJI W ZAKRESIE KOPALIN NIEENERGETYCZNYCH

THE MINERAL SECURITY POLAND – ASSESSMENT OF NON-ENERGY MINERAL RESOURCES

KRZYSZTOF GALOS¹, MAREK NIEĆ¹, BARBARA RADWANEK-BAK²,
TADEUSZ SMAKOWSKI³, KRZYSZTOF SZAMALEK⁴

Abstrakt. Bezpieczeństwo surowcowe związane jest z realizacją polityki gospodarczo-przemysłowej kraju i oznacza stopień zbilansowania potrzeb surowcowych z podażą surowca ze źródeł wewnętrznych (wydobycie i przeróbka) i zewnętrznych (import). Źródła wewnętrzne (wydobycie kopalin, surowce wtórne, odpady) muszą być szczegółowo rozpoznane w zakresie ilości i jakości możliwych do pozyskania surowców, czasu ich dostępu oraz ograniczeń społecznych i środowiskowych zagospodarowania, a także stopnia zagospodarowania. Rola i znaczenie surowców energetycznych i nieenergetycznych, źródła ich pozyskiwania i znaczenie polityczno-gospodarcze są odmienne, z tego powodu problematyka bezpieczeństwa surowcowego powinna być rozważana oddzielnie dla każdej z tych grup surowców. Zabezpieczenie potrzeb krajowych przez wykorzystanie złóż kopalin nieenergetycznych jest ograniczone. Tym bardziej niezbędne staje się opracowanie polityki surowcowej państwa. Przedstawiono założenia, na jakich taka polityka państwa powinna być oparta i cele jej realizacji.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo surowcowe, polityka surowcowa, surowce mineralne, złoża kopalin.

Abstract. Mineral security is a part of governments' industrial and economic policies and describes the balance between the need for mineral resources and the actual mineral resources available through internal (extraction, processing) and external sources (imports). Internal sources (extraction, processing and recycling of mineral resources) need to be carefully analysed; their quantity, feasibility of extraction, accessibility and collateral societal and environmental consequences need to be assessed. The role and importance of energy and non-energy mineral resources, their sources as well as their political and economic importance are diverse, and so the issue of resource security of each resource group should be analysed separately. Meeting the internal demand for resources through exploiting non-energy resources is limited. It calls for creating a state-wide resource policy. This paper presents a basis on which such policy should be structured, and outlines its goals.

Key words: mineral security, mineral resource policy, mineral raw material, mineral deposits.

¹ Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, ul. J. Wybickiego 7, 31-261 Kraków; e-mail: kgalos@min-pan.krakow.pl; mark@min-pan.krakow.pl

² Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; e-mail: barbara.radwanek-bak@pgi.gov.pl

³ Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: tadeusz.smakowski@pgi.gov.pl

⁴ Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; e-mail: krzysztof.szamalek@uw.edu.pl

WSTĘP

Dostęp do surowców mineralnych oraz możliwość ich wykorzystania obecnie i w przyszłości jest podstawowym warunkiem bezpieczeństwa gospodarczego kraju i zrównoważonego rozwoju. Bezpieczeństwo to jest uzależnione od możliwości pozyskiwania surowców ze źródeł krajowych oraz poprzez import z zagranicy. Dotyczy to zarówno surowców otrzymywanych ze źródeł pierwotnych (złóż kopalin), jak i ze źródeł wtórnych i odpadów.

Warunki niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa surowcowego to:

- zapewnienie możliwości pozyskiwania surowców ze źródeł krajowych, pierwotnych i wtórnych,
- racjonalne wykorzystanie surowców krajowych,
- zapewnienie stabilności dostaw surowców deficytowych ze źródeł pozakrajowych.

Zakres analizy ograniczono do kopalin nieenergetycznych. Kopaliny energetyczne stanowią specyficzny i wyod-

rębiony zasób surowcowy, wymagający osobnego omówienia.

Aby zapewnić bezpieczeństwo surowcowe, powinna być przede wszystkim rozpatrywana możliwość pozyskania surowców ze źródeł krajowych. Stanowią je złoża kopalin oraz recykling (surowce wtórne) i odpady. Problematyka ta obejmuje ocenę:

- bazy zasobowej poszczególnych kopalin i jej dostępności do wykorzystania w warunkach istniejących barier dla zagospodarowania znanych złóż,
- wystarczalności dostępnej bazy zasobowej w określonym horyzoncie czasowym w ujęciu statycznym lub dynamicznym,
- potrzeb i możliwości realizacji prac poszukiwawczych i rozpoznawczych w celu rozpoznania i udokumentowania nowych złóż kopalin i uzupełniania wyczerpywalnej bazy zasobowej.

ZAPOTRZEBOWANIE NA SUROWCE MINERALNE W POLSCE I JEGO ZASPOKAJANIE

Od początku transformacji gospodarczej w Polsce nastąpiły znaczne zmiany w zakresie podaży krajowych surowców mineralnych (tab. 1). Wynikają one przede wszystkim z:

- reorganizacji zakładów wydobywczych, spowodowanej komercjalizacją i prywatyzacją poszczególnych sektorów przemysłu surowcowego,
- inwestowania w nowoczesne technologie wydobywania i przetwórstwa kopalin,
- zmiany struktury gospodarki Polski związanej z eliminacją lub ograniczeniem działania przedsiębiorstw przemysłu ciężkiego.

Efektem tych działań było między innymi:

- ograniczenie wydobycia niektórych kopalin i likwidacja kopalń, które zostały uznane za trwale nierentowne,
- ograniczenie emisji szkodliwych substancji do środowiska,
- zmniejszenie energochłonności i surowcochłonności produkcji surowców mineralnych,
- uruchomienie produkcji nowych surowców (np. nadrenianu amonu i renu czy też perlitu ekspandowanego),
- podjęcie proekologicznej produkcji wielu surowców wtórnych (m.in. kruszyw drogowych z żużli pohnicznych i odpadów pogórnich, gipsów syntetycznych z odsiarczania spalin w elektrowniach i elektrociepłowniach, ołowiu surowego i rafinowanego ze zużytych akumulatorów).

Wielkość krajowej produkcji wielu ważnych surowców mineralnych uległa wyraźnemu zmniejszeniu. Najczęstsze przyczyny malejącego udziału podaży ze źródeł krajowych w zaspokajaniu popytu Polski na niektóre surowce to:

- wyczerpywanie się dostępnych zasobów,
- ograniczenia możliwości rozwoju eksploatacji udokumentowanych złóż (protesty społeczne),
- nasilenie konkurencji ze strony dostawców zagranicznych.

Szczególnie wyraźne zmniejszenie podaży ze źródeł krajowych miało miejsce w przypadku:

- koncentratów rud Zn (o 53%) i koncentratów rud Pb (o 49%) z powodu wyczerpania zasobów eksploatowanych trzech złóż,
- siarki rodzimej (o 85%) z powodu drastycznego spadku jej cen, utraty udziału w rynku międzynarodowym i likwidacji kopalń uznanych za trwale nierentowne,
- piasków podsadzkowych (o 70%) z powodu zmniejszenia zapotrzebowania w wyniku ograniczenia eksploatacji węgla z użyciem podsadzki,
- wapieni (o 11%) z przyczyn organizacyjno-ekonomicznych,
- barytu (o 100%) z powodu uznania eksploatacji za nierentowną i katastrofalnego zatopienia kopalni Boguszów (w czasie powodzi).

Jednocześnie nastąpił wyraźny rozwój produkcji wielu surowców skalnych, np. kruszyw łamanych (o ok. 110%), gipsu (o ok. 100%), piasków szklarskich (o ok. 140%), kaolinu oraz surowców skaleniowo-kwarcowych (wzrost piętnastokrotny!). O 20% wzrosła produkcja koncentratów rud miedzi, a o ponad 40% produkcja miedzi rafinowanej i ołowiu rafinowanego (pozyskiwanego w coraz większym stopniu ze źródeł wtórnych). Na ogół produkcja krajowa danego surowca rosła, gdy występował wzrost zapotrzebowania krajowego na ten surowiec i umożliwiały to istniejące i dostępne jego źródła (Bilans gospodarki..., 2011).

Tabela 1

Zapotrzebowanie Polski na najważniejsze nieenergetyczne surowce mineralne w różnych latach

Demand of Poland for the main non-energy mineral raw materials in some years

Surowce mineralne	1989 r.	1992 r.	2003 r.	2009 r.
	mln t			
Aluminium metaliczne	0,14	0,07	0,15	0,09
Cynk metaliczny	0,15	0,08	0,10	0,08
Miedź rafinowana	0,24	0,12	0,25	0,20
Ołów rafinowany	0,07	0,05	0,06	0,08
Srebro [tys. t]	0,33	0,05	0,01	0,10
Żelazo rudy i konc.	13,45	7,41	8,59	3,78
Chromity	0,16	0,03	0,01	0,01
Mangan rudy i konc.	0,57	0,16	0,01	0,00
Żelazostopy	0,31	0,14	0,14	0,11
Stal surowa	15,03	9,86	9,10	7,13
Fosforyty	3,32	1,12	1,45	0,46
Siarka	1,03	0,46	0,46	0,30
Sole potasowe	2,06	0,46	0,85	0,21
Sól kamienna	3,82	3,08	3,37	3,51
Soda kalcynowana	0,77	0,69	0,59	0,57

Surowce mineralne	1989 r.	1992 r.	2003 r.	2009 r.
	mln t			
Alumina	0,19	0,10	0,15	0,05
Cement	16,46	10,47	12,10	15,63
Dolomity przemysłowe	5,93	4,11	1,82	1,86
Gips	1,13	0,74	2,52	3,51
Ily ogniotrwałe	0,84	0,36	0,11	0,13
Kaolin	0,21	0,12	0,20	0,22
Kamienie budowlane	0,58	0,14	2,59	4,37
Kruszywa łamane	30,60	8,98	27,24	60,18
Kruszywa zwirowo-piaskowe	72,70	28,80	71,30	119,60
Magnezyty	0,19	0,07	0,11	0,13
Piaski podsadzkowe	28,44	20,36	8,61	8,89
Piaski szklarskie	1,03	0,78	1,41	1,96
Surowce skaleniowe	0,05	0,04	0,56	0,75
Wapienie	57,28	37,15	31,75	29,65
Wapno	4,37	2,43	2,05	1,73

Źródło: GUS, Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata

Nieliczne surowce mineralne są produkowane w Polsce w ilości pozwalającej na ich eksport. Czołowe miejsce (% udział eksportu) zajmują srebro (96%) i ren (94%), znaczące – selen (70%), miedź (62%), cynk (61%) i ołów (koncentraty

100%, ołów rafinowany 38%). Mniej znaczący, ale istotny, jest eksport siarki (38%), kaolinu (37%) i sody kalcynowanej (39%) (Galos i in., 2010).

ZNACZENIE SUROWCÓW WTÓRNYCH I ODPADOWYCH W BILANSIE ZAPOTRZEBOWANIA POLSKI NA SUROWCE MINERALNE

Pierwotne surowce mineralne pozyskiwane ze złóż kopalń mają wiodące znaczenie na rynkach surowców mineralnych. Wobec pojawienia się licznych czynników natury ekologicznej, technologicznej i ekonomicznej, znaczenie wtórnych i odpadowych źródeł surowców systematycznie rośnie. Mogą one pełnić rolę zarówno pełnowartościowych substytutów surowców pierwotnych (np. złomy metali), substytucyjnych komponentów do wytwarzania niektórych produktów mineralnych (np. szereg surowców odpadowych do produkcji cementu), jak i surowców wyraźnie niższej jakości niż odpowiadające im surowce pierwotne, ale zdecydowanie konkurujących z nimi ceną (Galos, 2011).

Tradycyjnie największe znaczenie mają złomy metali i ich stopów. Ich udział w krajowej produkcji poszczególnych metali jest zróżnicowany, np. 100% dla aluminium metalicznego, ponad 50% dla ołowiu rafinowanego, około 40% dla żelaza i stali, do 11% dla miedzi rafinowanej, 3–8% dla cynku metalicznego, 2–3% dla srebra. Ze złomów odzyskuje się w Polsce także niewielkie ilości kadmu, niklu i magne-

zu (lub ich stopów), a także złota i platynowców (Lewicka, 2003).

Recykling materiałowy zmniejszający zapotrzebowanie przemysłu na surowce pierwotne jest także istotny w przypadku stłuczki szklanej, której udział we wsadzie do produkcji szkła opakowaniowego przekracza obecnie 30%. Przedmiotem recyklingu są także pewne ilości zużytych materiałów ogniotrwałych, szczególnie magnezytowych, szamotowych, topionych korundowo-cyrkonowych oraz andaluzytowych. Inne przykłady stanowią: produkcja związków chromu z odpadów chromonośnych, kryolitu pozyskiwanego ubocznie przy produkcji kwasu fosforowego, a także związków litu ze zużytych baterii litowo-jonowych.

Mineralne surowce odpadowe mają coraz większe znaczenie na rynkach niektórych surowców niemetalicznych. Udział gipsu syntetycznego wytwarzanego w procesie odsiarczania spalin w elektrowniach węglowych w krajowej podaży surowców gipsowych wynosi obecnie 50%. Niższej jakości surowce kaolinowe otrzymywane po płukaniu

piasków szklarskich stanowią już 55–60% łącznej krajowej podaży surowców kaolinowych (Lewicka, 2009), natomiast gorszej jakości surowce odpadowe skaleniowo-kwarcowe pozyskiwane ubocznie w toku produkcji kruszyw łamanych (granitowych) mają 10–15% udział w krajowej produkcji surowców skaleniowych (Bilans gospodarki..., 2011). Różnego rodzaju kruszywa łamane wytwarzane z odpadów, m.in. z żużli hutniczych, odpadów wzbogacania grawitacyjnego rud Zn-Pb, odpadów powęglowych i innych odpadów przeróbki kopalni skalnych, stanowią 25–30% łącznej krajowej podaży kruszyw łamanych. Nie należy także zapomi-

nać o obszernej liście surowców odpadowych stosowanych w przemyśle cementowym. Udział tych surowców w produkcji klinkieru cementowego osiągnął 10%, a w produkcji cementów przekroczył 20%. Łącznie do tych celów zużywa się rocznie ponad 4 mln ton odpadów, spośród których największe znaczenie mają popioły lotne ze spalania węgla, żużle wielkopiecowe, gipsy z odsiarczania, odpady wapienne i odpady żelazonośne. Znaczenie popiołów lotnych jest także niebagatelne w produkcji betonów komórkowych oraz ceramiki budowlanej (Galos, 2011).

MOŻLIWOŚCI POKRYCIA POTRZEB KRAJOWYCH I WYSTARCZALNOŚĆ KRAJOWYCH ZASOBÓW KOPALIN NIEENERGETYCZNYCH

STAN WIEDZY NA TEMAT BAZY ZASOBOWEJ SUROWCÓW MINERALNYCH W POLSCE

Podstawowe znaczenie dla oceny stanu bezpieczeństwa surowcowego kraju i ustalenia strategii jego rozwoju ma zasób wiedzy o wielkości zasobów w złożach kopalni, zarówno rozpoznanych, jak i prognozowanych, tj. możliwych do odkrycia i zagospodarowania. Wiedza o tych zasobach jest zdobywana i stale uzupełniana przez służbę geologiczną. Stan zasobów rozpoznanych i udokumentowanych przedstawiany jest corocznie w *Bilansie zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce* (BZK), a stan zasobów nieudokumentowanych i przewidywanych (perspektywicznych) – okresowo – w *Bilansie perspektywicznych zasobów kopalni w Polsce* (2011).

W BZK przedstawiany jest stan zasobów, które z uwagi na swoje naturalne cechy i warunki występowania mogą kwalifikować się do ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji (zasoby bilansowe), oraz takie, których możliwość ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji została udowodniona (zasoby przemysłowe). Wyróżnia się trzy grupy złóż kopalni (tab. 2):

- niezagospodarowane, których eksploatacja nie jest na razie planowana,
- zagospodarowane, których eksploatacja jest prowadzona lub jest planowana na mocy udzielonej koncesji,
- zaniechane, na których była prowadzona eksploatacja i została wstrzymana przed wyczerpaniem zasobów złoża.

W bilansie zasobów perspektywicznych (BZP) wyróżnia się zasoby (tab. 3):

- prognostyczne, stwierdzone, ale dane na ich temat są niewystarczające do ich pełnego udokumentowania (w kategorii C₂),
- perspektywiczne, domniemane – na podstawie przesłanek geologicznych.

W złożach rud metali wyróżnia się ponadto zasoby pierwiastków towarzyszących, określone tylko jako szacunkowe (tab. 4). Stan wiedzy na temat ich wielkości jest niepełny.

ZMIANY BAZY ZASOBOWEJ

Stan bazy zasobowej podlega zmianom w czasie. Zmniejsza się nie tylko w wyniku eksploatacji i wyczerpywania zasobów złóż, ale także jest spowodowany eliminacją z bilansu części zasobów, których wydobycie staje się całkowicie nieopłacalne. Na podstawie oceny znaczenia gospodarczego i z powodu braku podstaw do uznawania za kwalifikujące się do wydobycia z bilansu zasobów usunięte zostały rudy żelaza i fosforyty (Nieć, Przeniosło, 2004). Złoża rud Sn, Ti-V-Fe zostały uznane za pozabilansowe, gdyż nie kwalifikują się do wykorzystania w obecnych warunkach gospodarczych, ale ich wydobycia nie można wykluczyć w przyszłości.

W wyniku prowadzonej eksploatacji nastąpiło znaczne obniżenie zasobów złóż rud Cu i bardzo duże rud Zn-Pb. W ostatnim 20-leciu nie udokumentowano praktycznie żadnego nowego złoża tych rud. W przypadku złóż rud Zn-Pb znaczne zmniejszenie zasobów złóż niezagospodarowanych nastąpiło także w wyniku weryfikacji metodyki ich szacowania (Błajda, 2010). Oznacza to bliską już perspektywę całkowitego wyczerpania udostępnionych zasobów i zakończenia prawie 1000-letniej ich eksploatacji, o ile nie nastąpi uruchomienie nowych kopalni na złożach już rozpoznanych i aktualnie rozpoznawanych w okolicach Zawiercia (koncesje poszukiwawcze firmy Rathdowney Polska).

Załamanie cen na światowym rynku siarki doprowadziło do niemal całkowitego upadku polskiego przemysłu siarkowego oraz ograniczenia o prawie połowę wielkości jej zasobów w wyniku skreślenia zasobów złóż, których eksploatacji zaniechano.

Zasoby większości kopalni skalnych nie ulegały już tak spektakularnym zmianom, ale jednocześnie nie udokumentowano w tym czasie złóż kopalni skalnych do produkcji surowców obecnie deficytowych dla gospodarki krajowej.

Przyrost zasobów miał wyjątkowo miejsce w wyniku odkrycia i dokumentowania nowych złóż. Przykładem jest wprowadzenie do ewidencji zasobów udokumentowanego złoża rud Mo-W-Cu w Myszkowie.

Tabela 2

Zasoby udokumentowane i perspektywiczne złóż kopalín [mln t]. Stan na 31.12.2010 r.

Recognized reserves and perspective resources of mineral deposits (million mt). As of 31st December 2010

Kopalina	Zasoby bilansowe w złóżach				Zasoby pozabilansowe	Zasoby prognostyczne	Zasoby perspektywiczne
	zagospodarowanych	niezagospodarowanych	zaniechanych	łącznie			
Rudy Zn-Pb	20,28	59,59	0,0	79,87	57,06	121,4 – 127,4*	
Zn	0,86	2,71	0,0	3,57	1,96		
Pb	0,35	1,17	0,0	1,52	0,56		
Rudy Cu	1 437,3	291,81	23,7	1 752,81	865,61		
Cu	28,94	5,15	0,26	34,35	13,71	22,7	5,94**
Ag [tys. kg]	82,39	18,7	1,08	102,17	43,53		
Pb	1 072,46	488,92	0,0	1 561,38			
Siarka rodzima	27,42	256,69	229,19	513,3	35,66	55,0	17
Sól kamienna	12 509,11	72 640,49	187,88	85 337,48	20 677,82	194 903,7	2 061 800
Gips, anhydryt	125,83	128,23	3,57	257,63	25,42		
Dolomit	149,57	164,28	33,89	347,74	5,88	266,37	27,02
Magnezyt						3,25	
Wapenie wap.	1 868,12	3 595,45	186,72	5 998,03	831,53	27 317,79	71 796,25
Margle, wap. cem.	4 225,55	8 446,94	21,35	12 693,84	940,49		
Kreda pizująca	11,68	130,56	56,63	198,87	12,67		
Kop. skaleniowe	10,56	126,5	0,0	137,06	13,18	61,35	37,27
Piaski szklarskie	208,05	426,97	2,15	637,17	136,77	212,0	64,2
Kwarcyty							6,54
Kruszywa naturalne	4 198,02	11 300,67	1 253,71	16 754,24	358,52	7 790,41	
Kamienie bud. i drogowe	5 019,34	4 513,07	641,41	10 178,2	551,99	22 214,03	
Iły ceramiki bud.	259,99	1 451,23	308,85	2 020,07	52,08	1 624,82	
Iły kamionkowe	10,84	57,88	8,59	77,31	15,83	459,97	194,71
Iły biało wypal.	2,34	56,46	0,55	59,35	0,05		
Iły ogniotrwale	4,98	48,62	1,26	54,86	110,37		
Kaoliny	81,02	123,46	9,2	213,68	92,05	38,44	51,67
Bursztyn [t]	30,0					1 088	

* dodatkowo hipotetyczne 42,7 mln t

** w tym rudy utlenione 51,2 i w zwalach 9,6 mln t

Źródło: Bilans zasobów kopalín i wód podziemnych wg stanu na 31.12.2010 r.; obliczenia własne

WYKORZYSTANIE KRAJOWEJ BAZY SUROWCOWEJ

Fundamentem zapewnienia bezpieczeństwa surowcowego kraju powinno być, o ile to możliwe, pozyskiwanie surowców ze źródeł krajowych, głównie ze złóż kopalín. W tym celu niezbędne jest spełnienie przynajmniej dwóch warunków:

- posiadanie złóż o odpowiednio dużych zasobach i parametrach jakościowych kwalifikujących się do eksploatacji,

- brak ograniczeń wykluczających możliwość podejmowania eksploatacji.

Zagwarantowanie bezpieczeństwa surowcowego przez ich podaż z pierwotnych źródeł krajowych można ocenić na podstawie wskaźnika wystarczalności zasobów. Wskaźnik wystarczalności statycznej zasobów W_{st} , określane w latach dostępności, jest ilorazem wielkości zasobów możliwych do wydobycia ze złóż zagospodarowanych, to znaczy takich, których eksploatacja jest możliwa na mocy udzielonej koncesji, oraz wielkości wydobycia kopaliny w tymże roku⁵.

⁵ Stosowany jest również wskaźnik wystarczalności dynamicznej W_{d} , uwzględniający prognozowane zmiany zarówno wielkości wydobycia, jak i dostępnych zasobów. Ze względu na niepewność takich prognoz dla orientacyjnej oceny wystarczalności może być używany wskaźnik statyczny.

Tabela 3

Zasoby nieeksploatowanych złóż kopalin. Stan na 31.12.2010 r.
Resources in undeveloped mineral deposits. As of 31st December 2010

Kopalina	Zasoby			
	bilansowe	pozabilansowe	prognostyczne	perspektywiczne
Rudy Mo-W-Cu [tys. t]	550 827			
Mo	295			
W	238			
Cu	804			
Rudy Ti-V-Fe [mln t]	1 340,1	606,5		
TiO ₂	97,7			
V ₂ O ₅	4,1			
Fe	388,2	104,5		
Rudy Sn* [tys. t]		4 627	9 447	10 297
Sn		22,9	41	38
Rudy As-Au [tys. t]	537			
As	20			
Au [kg]	2 000	485		
Rudy Ni [tys. t]	14 644			
Ni	117		25	
Baryt [mln t]	5,67		2,49	1,67
Fluoryt [mln t]	0,54		0,29	
Sole potasowe [mln t]	669,11		719,44**	300,0

* przy zawartości brzeźnej 0,2% Sn

** w złożach barytu

Źródło: Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych wg stanu na 31.12.2010 r.; Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.XII.2009 r.

Tabela 4
Pierwiastki towarzyszące w złożach rud
Accompanying elements in ore deposits

Kopalina	Metal	Zasoby szacunkowe [tys. t]
Rudy miedzi	Ni	56,44
	Zn	321,03
	Co	120,60
	Mo	68,23
	Pb	249,94
	V	141,59
	S	5451,16
Rudy Zn-Pb	Cd	39,94
	Ag	2,06
	S	2894,56
	Ge	nie określone

Źródło: Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych wg stanu na 31.12.2010 r.

Do jego wyliczenia przyjęto dane o wielkości zasobów wydobywalnych (operatywnych) oraz wielkości wydobycia w 2010 r. (Bilans zasobów kopalin, 2011). Zasoby operatywne zostały oszacowane na podstawie danych o wielkości zasobów przemysłowych, przy przyjęciu wskaźnika ich wykorzystania 0,75 (z wyjątkiem soli kamiennej, dla której przyjęto 0,3 i siarki 0,5). Wyliczone w taki sposób okresy wystarczalności należy traktować jako orientacyjne (tab. 5). W rzeczywistości mogą one różnić się od wyliczonych w zależności od zmiany wielkości wydobycia.

W przypadku niektórych kopalin, np. wapieni, dolomitów, kwarcytów, kopalin skaleniowych, wyliczona tak wystarczalność zasobów nie jest w pełni miarodajna. Wynika to z ich wykorzystywania innego niż ich przeznaczenie surowcowe wykazywane w bilansie zasobów złóż kopalin w Polsce. Dolomity przemysłowe i wapień oraz kwarcyty w niektórych eksploatowanych złożach wykorzystywane są częściowo do produkcji kruszywa drogowego. Odmienne jest w przypadku kopalin skaleniowych, niektóre złoża granitów (leukogranitów) wykazywane jako kopaliny budowlane i drogowo są wykorzystywane do produkcji surowca skaleniowego (skaleniokwarcu). Wydobycie surowców skaleniowych w Polsce w 2009 r. wynosiło 445,5 tys. t, w tym ze

Tabela 5

Wystarczalność zasobów złóż kopalin w Polsce. Stan na 31.12.2010 r.
Sufficiency of mineral deposits in Poland. As of 31st December 2010

Kopalina	Złóża zagospodarowane			Wydobycie w 2010 r. [tys. t]	Wystarczalność zasobów operacyjnych [lata]	Zasoby bilansowe w złóżach niezagospodarowanych / zaniechanych [mln t]	Zasoby pozabilansowe w złóżach	
	zasoby [mln t]		niezagospodarowanych / zaniechanych [mln t]				zagospodarowanych [mln t]	
	bilansowe	przemysłowe						
Rudy Zn-Pb	20,28	12,64	9,48	2450	3,8	59,59 / 0,0	7,49	6,19 / 43,38
Zn	0,86	0,58	0,43	89		2,71 / 0,0	0,25	0,23 / 1,48
Pb	0,35	0,25	0,18	35		1,17 / 0,0	0,13	0,06 / 0,37
Rudy Cu	1 437,30	1 159,99	869,99	22 448	38,7	291,81 / 23,7	37,62	809,91 / 18,08
Cu	28,94	24,11	18,08	472		5,15 / 0,26	0,42	13,16 / 0,13
Ag (zasoby w tys. kg)	82,39	68,75	51,56	1,22		18,7 / 1,08	1,42	41,43 / 0,68
Pb	1 072,46	840,42	630,31	24,86		488,92 / 0	-	-
Siarka rodzima	27,42	27,42	13,31	517	26,5	256,69 / 229,19	0,56	14,64 / 20,46
Siarka z odzysku	0,59	0,20	0,15	24	6,2			
Sól kamienna	12 509,11	981,27	294,38	3 762	78,3	72 640,49 / 187,88	7,77	20 482,80 / 187,25
Gips, anhydryt	125,83	109,32	81,99	1 179	69,5	128,23 / 3,57	6,24	19,13 / 0,05
Dolomit	149,57	68,65	51,53	3 102	16,7	164,28 / 33,89	5,33	0,55 / 0,0
Wapień wap.	1 868,12	993,49	745,12	17 588	42,3	3 595,45 / 186,72	4,17	768,34 / 59,02
Margle, wap. cem.	4 225,55	2 247,09	1 685,31	22 431	75,1	8 446,94 / 21,35	80,81	857,84 / 1,84
Kreda piszcząca	11,68	7,57	5,6	75,6	75,6	130,56 / 56,63	0,0	0,38 / 12,29
Kopaliny skaleniowe	10,56	2,77	2,08	45	46,2	126,50 / 0,0	0,0	13,18 / 0,0
Piaski szklarskie	208,05	199,91	149,9	1995	75	426,97 / 2,15	57,06	79,69 / 0,02
Kruszywo naturalne	4 198,02	2 700,08	2 025,0	163 441	12,4	11 300,67 / 1 253,71	50,80	229,55 / 78,17
Kamienie bud. i drogowe	5 019,34	3 181,57	2 386,18	63 225	37,7	4 513,07 / 641,41	129,44	382,93 / 39,62
Iły ceramiki budowlanej	259,99	165,04	123,78	2 157	57,3	1 451,23 / 308,85	4,83	22,39 / 24,86
Iły kamionkowe	10,84	9,32	6,99	185	37,8	57,88 / 8,59	5,13	8,40 / 2,30
Iły biało wypalające się	2,34	0,77	0,58	160	3,6	56,46 / 0,55	0,0	0,0 / 0,05
Iły ogniotrwale	4,98	2,92	2,19	71	30,8	48,62 / 1,26	0,91	106,02 / 3,44

Źródło: Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych wg stanu na 31.12.2010 r.; obliczenia własne

złóż wykazywanych jako złoża surowca skaleniowego tylko 102 tys. t (Bilans zasobów kopaln..., 2010).

Wystarczalność wydobywanych zasobów niektórych kopaln nieenergetycznych jest niezwykle niska. Dla rud Zn-Pb oraz ilów biało wypalających się wynosi poniżej 10 lat. Bardzo niska jest także w przypadku złóż kruszyw żwirowo-piaskowych (15 lat) oraz dolomitów przemysłowych i ilów ogniotrwałych (tab. 5). Szczególna sytuacja ma miejsce w przypadku kopaln skaleniowych. Drastyczny spadek ich wydobycia z udokumentowanych złóż w latach 2008–2010 spowodował, że przy niezmienionej wykazywanej bazie zasobowej okres ich wystarczalności wydłużył się z około 10 lat ocenianych w 2007 r. (Nieć, Radwanek Bąk, 2011) do 46 lat wg stanu na koniec 2010 r.

Znaczna część zasobów złóż wielu kopaln jest niezagospodarowana. Wyliczony okres wystarczalności może być zatem wydłużony w przypadku ich wykorzystania. Informują o tym (Nieć, Przeniosło, 2004):

- wskaźnik stopnia zagospodarowania złóż W , obliczany jako iloraz zasobów bilansowych złóż zagospodarowanych do łącznych udokumentowanych zasobów bilansowych;
- wskaźnik potencjału rezerw zasobowych złóż niezagospodarowanych ζ , wyliczany jako iloczyn dwóch ilorazów: udziału zasobów przemysłowych w zasobach bilansowych złóż zagospodarowanych oraz udziału zasobów bilansowych złóż niezagospodarowanych w łącznych udokumentowanych zasobach bilansowych (tab. 6).

Zwraca uwagę fakt, że wskaźnik W jest bardzo wysoki dla rud miedzi, ale w przypadku większości kopaln jest mały (20–40%) lub przeciętny (40–60%). Dla złóż kilku rodzajów kopaln wskaźnik ten jest bardzo niski, np. dla siarki, ilów biało wypalających się, ilów ogniotrwałych czy kopaln skaleniowych. Odpowiednio wysoka jest wartość wskaźnika potencjału rezerw zasobowych złóż niezagospodarowanych

Tabela 6

Ocena wystarczalności zasobów złóż eksploatowanych ważniejszych kopaln nieenergetycznych w Polsce wg stanu na 31.12.2009 r.

Assessment of sufficiency of reserves of developed mineral deposits for the main non-energy mineral raw materials, as of 31st December 2009

Kopalina	Stopień zagospodarowania złóż W [%]	Wskaźnik potencjału rezerw zasobowych ζ [%]
Rudy Zn-Pb	23 (mały)	49 (przeciętny)
Rudy Cu	83 (bardzo wysoki)	14 (bardzo mały)
Siarka	6 (znikomo mały)	93 (bardzo wysoki)
Sól kamienna	15 (bardzo mały)	5 (znikomy)
Dolomity przemysłowe	44 (przeciętny)	27 (mały)
Gipsy i anhydryty	49 (przeciętny)	44 (przeciętny)
Iły biało wypalające się	4 (znikomo mały)	37 (mały)
Iły kamionkowe	13 (bardzo mały)	74 (wysoki)
Iły ogniotrwałe	9 (znikomo mały)	54 (przeciętny)
Iły ceramiki budowlanej*	13 (bardzo mały)	47 (przeciętny)
Kamienie łamane i boczne	48 (przeciętny)	33 (mały)
Kopaliny kaolinowe	38 (mały)	56 (przeciętny)
Kopaliny skaleniowe	8 (znikomo mały)	25 (mały)
Kruszywa żwirowo-piaskowe	25 (mały)	40 (przeciętny)
Magnezyty	31 (mały)	62 (wysoki)
Piaski formierskie	28 (mały)	33 (mały)
Piaski szklarskie	33 (mały)	48 (przeciętny)
Piaski do produkcji betonów kom. i wyrobów wapienno-piaskowych*	20 (mały)	43 (przeciętny)
Wapień dla przemysłu wapienniczego	33 (mały)	33 (mały)
Wapień i margle dla przemysłu cementowego	33 (mały)	36 (mały)

* mln m³

Źródło: Bilans zasobów kopaln i wód podziemnych wg stanu na 31.12.2009 r.; obliczenia własne

ξ, notowana np. dla siarki, magnezytów, kopalin kaolinowych, ilów ogniotrwałych, rud Zn-Pb, piasków szklarskich. Istnieją zatem potencjalne możliwości pokrycia zapotrzebowania na surowce mineralne ze złóż krajowych w dłuższym okresie, ale na przeszkodzie stoją ograniczenia: środowiskowe, planistyczne i społeczne.

Znaczne zasoby prognostyczne i perspektywiczne wielu kopalin (tab. 2) mogłyby stanowić cenne zabezpieczenie podaży odpowiednich surowców w perspektywie wieloletniej, ale pod warunkiem objęcia terenów ich występowania ochroną przed możliwą zabudową lub innym zagospodarowaniem wykluczającym podejmowanie eksploatacji.

Niezagospodarowane z różnych przyczyn są udokumentowane złoża rud Mo-W, Ni, Sn, As-Au, Ti-V-Fe, barytowo-fluorytowe i soli potasowych (tab. 3). Złoże Mo-W-Cu porfirowe jest wstępnie rozpoznane i jest nadal badane. Złoża soli potasowych dawno rozpoznane nie są zagospodarowane, gdyż głównym minerałem użytecznym

jest w nich trudno odzyskiwalny polihalit. Eksploatacja złóż rud As-Au barytowo-fluorytowych była w przeszłości prowadzona, ale została zaniechana z przyczyn ekonomicznych. Złoża rud Sn, Fe-Ti-V uznane są za pozabilansowe ze względu na trudne warunki ich ewentualnej eksploatacji i brak efektywnych metod wzbogacania. Złoża rud niklu, których eksploatacja została także zaniechana z przyczyn ekonomicznych, są obecnie ponownie przedmiotem zainteresowania ze względu na możliwość odzysku niklu metodą ługowania.

W złożach rud miedziowo-srebrowych oraz cynku i ołowiu występują pierwiastki towarzyszące tylko częściowo odzyskiwalne. Z rud Cu-Ag odzyskiwane są Pb, Ni oraz nieewidencjonowane w bilansie zasobów Re, Se, Au, Pt i Pd. Nie odzyskiwane są Co, Mo i V ze względu na brak odpowiedniej technologii. Z rud Zn-Pb odzyskiwane są Cd i Ag, nie odzyskiwane występujące w nich Ge i Ga.

PODSUMOWANIE

Zabezpieczenie potrzeb krajowych przez wykorzystanie złóż kopalin, na eksploatację których zostały udzielone koncesje, jest ograniczone. Dzięki posiadaniu licznych złóż kopalin skalnych dla budownictwa i szeroko rozumianego przemysłu ceramicznego, krajowa gospodarka surowcami skalnymi może w przeważającym stopniu zaspokajać swe potrzeby w tym zakresie z rodzimych źródeł, pod warunkiem dostępności złóż dla zagospodarowania oraz spełnienia przez przedsiębiorców górniczych wymogów formalnych dotyczących eksploatacji złóż, szczególnie w zakresie ochrony środowiska.

Wyjątkiem są niektóre wyższej jakości gatunki takich surowców ceramicznych jak: kaoliny, ily ceramiczne, bentonity czy magnezyty, których zasoby są niewielkie i brak jest możliwości znaczącego rozwoju ich produkcji w kraju.

Ważnymi gospodarczo surowcami są rudy miedzi i srebra wraz z odzyskiwalnymi pierwiastkami towarzyszącymi. Schyłkową jest produkcja krajowa rud Zn-Pb z zagospodarowanych złóż. Istnieje jednak szansa jej utrzymania w przypadku zagospodarowania złóż rud Zn-Pb w rejonie Zawiercia. Wymaga to jednak pokonania barier społecznych i środowiskowych. Produkcja hutnicza cynku i ołowiu będzie zatem w najbliższych latach uzależniona od importu koncentratów (cynk) lub skali wykorzystania źródeł wtórnych (ołów). Potencjalnie możliwe jest także zagospodarowanie złoża rud Mo-W-Cu w rejonie Myszkowa.

Zapewnienie bezpieczeństwa surowcowego kraju w długoterminowej perspektywie wymaga opracowania polityki surowcowej państwa uwzględniającej m.in.:

- potrzebę kontynuacji stałego i bieżącego opracowywania analiz, prowadzenia baz danych i gromadzenia informacji o złożach kopalin i odpadach oraz o gospodarowaniu surowcami mineralnymi;
- ocenę stanu i wielkości bazy zasobowej kraju oraz wprowadzenie elementów jej prawnej i rzeczywistej aktywnej ochrony w celu zapewnienia jej dostępności dla przyszłej eksploatacji;
- określenie możliwości zagospodarowania i eksploatacji złóż niezagospodarowanych oraz możliwości rozwoju produkcji surowców ze źródeł wtórnych i odpadowych;
- określenie możliwości poszukiwań nowych złóż, zwłaszcza rud metali na większej głębokości, dostępnych do zagospodarowania w wyniku postępów techniki górniczej;
- zbadanie możliwości pozyskiwania ze źródeł krajowych metali określanych jako „krytyczne”, np. Ge, Sc, Nb, REE;
- pogłębienie przeróbki przetwarzania kopalin i uzyskiwanie większej ilości surowców mineralnych niezbędnych dla gospodarki.

LITERATURA

- BILANS gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata, 2009. IGSMiE PAN Kraków, 2011 (oraz edycje wcześniejsze).
- BILANS perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. (red. S. Wołkiewicz, T. Smakowski, S. Speczik). Państw. Inst. Geol., Warszawa, 2011.
- BILANS zasobów kopalin i wód podziemnych wg stanu na 31.12.2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa, 2011.
- BLAJDA R., 2010 — Ocena możliwości wykorzystania niezagospodarowanych złóż rud cynku i ołowiu regionu górnośląskiego. *Zesz. Nauk. IGSMiE PAN*, **79**: 111–120.
- GALOS K., 2011 — Importance of mineral secondary and waste raw materials in the minerals' management – Poland's case. Proc. of SDIMI 2011 Conference on Sustainable Development in the Minerals Industry: 18. Aachen.
- GALOS K., LEWICKA E., SMAKOWSKI T., 2010 — Podstawowe trendy zmian w gospodarowaniu surowcami mineralnymi w Polsce na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat. *Zesz. Nauk. IGSMiE*, **79**: 7–30.
- GŁÓWNY Urząd Statystyczny — Dane statystyczne w zakresie produkcji i obrotów surowcami mineralnymi za lata 2000–2010.
- LEWICKA E., 2003 — Problemy gospodarki surowcami wtórnymi podstawowych metali nieżelaznych w Polsce. Mat. XIII Konf. Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi: 151–170. IGSMiE PAN, Kraków.
- LEWICKA E., 2009 — Znaczenie źródeł odpadowych w krajowej podaży wybranych surowców ceramicznych. Mat. XIX Konf. Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi: 211–223. IGSMiE PAN, Kraków.
- NIEĆ M., PRZENIOSŁO S., 2004 — Wykorzystanie złóż kopalin w Polsce. *Gosp. Sur. Min.*, **20**, z. spec. 1: 61–77.
- NIEĆ M., RADWANIEK-BAK B., 2011 — Propozycja ustawowej ochrony niezagospodarowanych złóż kopalin. *Bezp. Pracy i Ochrona Środ. w Górnictwie*, **7**: 12–17.

SUMMARY

Thanks to possessing numerous mineral deposits, useful for both the construction and widely defined ceramics industries, the national economy of mineral resources may be largely self-sufficient, given that:

- mineral deposits can be open for extraction,
- mining companies meet relevant ecological standards, especially in terms of environmental protection.

Only some high quality ceramic raw materials, such as kaolin, bentonite and those deposits that are small in number and size, need to be obtained externally. Some of the most economically important minerals are copper and silver ore, together with accompanying elements. Extraction of Zn-Pb ores in Poland will soon end, unless environmental and social concerns related to the extraction of Zn-Pb ores in the Zawiercie area is resolved. In the next few years, production of zinc and lead will therefore depend on importing concentrates (zinc) and the scale of recycling processes (lead). Additionally, it is potentially possible that the Mo-W-Cu ores in the Myszków area will come to be exploited. Ensuring national mineral security in the long-term perspective requires creating a coherent mineral policy, addressing, among others:

- the need to continue preparing and updating relevant analyses and databases about the country's mineral deposits and refuse, and about managing mineral resources
- assessing the amount of the country's mineral resources, introducing legal tools to protect them and actively using them, to make sure that future exploitation is possible;
- defining the possibility of making use of the yet-undeveloped deposits and obtaining resources from recycling;
- assessing the prospects for discovering new mineral deposits, particularly ores located at greater depths, which might become profitable to extract as the mining industry makes technological advances;
- assessing the chances of obtaining "critical" metals (e.g. Ge, Sc, Nb, REE) internally.
- encouraging modernizing the techniques of ore-processing, leading to obtaining greater quantities of needed minerals.