

BARBARA RADWANEK-BAK*

Zasoby kopalin Polski w aspekcie oceny surowców krytycznych Unii Europejskiej

Wprowadzenie

Ocena oraz prognozowanie podaży i popytu surowców mineralnych, tak w skali kraju i regionu jak i globalnej, jest jednym z głównych zadań geologii gospodarczej. Ważnym elementem tych badań jest identyfikacja surowców deficytowych, spodziewanych rozmiarów deficytu surowcowego oraz określenie możliwości jego minimalizacji. Problem ten nabiera pierwszorzędного znaczenia w odniesieniu do tzw. surowców strategicznych, które decydują o rozwoju przemysłu i bezpieczeństwie energetycznym kraju. W Polsce oceny potencjału surowcowego kraju oraz surowców deficytowych były w przeszłości wykonywane na dużą skalę, między innymi w ramach tzw. Centralnych Problemów Badawczo-Rozwojowych (CPBR). Obecnie problematyka ta znajduje odzwierciedlenie w opracowywanym corocznie przez IGSMiE PAN „Bilansie gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata”. Podejmowana jest też, podobnie jak w innych krajach, przez poszczególne przedsiębiorstwa, kompanie i firmy górnicze.

W krajach Unii Europejskiej oraz w jej kręgach decyzyjnych problematyka surowcowa w zakresie podejmowania działań koniecznych dla zagwarantowania podaży na surowce mineralne w długookresowej perspektywie czasowej, była zaniedbana od lat osiemdziesiątych XX w. Przyczyniły się do tego utrzymujące się przez długi czas niskie ceny surowców na rynkach światowych i wysoka ich podaż. Zaniedbania wystąpiły na wielu polach, w zakresie:

— prowadzenia prac poszukiwawczych i projektów badawczo-rozwojowych,

* Dr hab. inż., prof. nadzw. PIG-PIB, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, Kraków.

- zagwarantowania dostępności złóż kopalin poprzez zrównoważenie potrzeb górnictwa z wymaganiami ochrony przyrody i zagospodarowania przestrzennego,
- prowadzenia wspólnej polityki gospodarczej.

Dynamiczny rozwój gospodarek i rynków surowcowych świata – w szczególności Chin, Indii, krajów południowo-wschodniej Azji, a w coraz większym stopniu również Brazylii – wpłynął na obniżenie konkurencyjności gospodarki europejskiej, mniejszą dostępność surowców na rynkach i wzrost ich cen, ujawniając, oprócz innych czynników, zagrożenia płynące z zależności surowcowej UE. Problem dostrzeżono po roku 2005 i wówczas rozpoczęto różnorodne działania, stawiające jako priorytet stworzenie wspólnej polityki surowcowej Unii (Galos, Smakowski 2008). Koncentrują się one głównie na surowcach metalicznych, w mniejszym stopniu niemetalicznych. Polityka w zakresie surowców energetycznych ze względu na swą specyfikę i uwarunkowania geopolityczne pozostaje przedmiotem odrębnych działań.

1. Identyfikacja i analiza surowców krytycznych dla gospodarki Unii Europejskiej

Jednym z pierwszych zadań podjętych w ramach wypracowywania podwalin wspólnej polityki surowcowej Unii Europejskiej w zakresie surowców nieenergetycznych jest kompleksowa ocena potencjału surowcowego krajów UE oraz identyfikacja tzw. surowców krytycznych, niezbędnych dla jej harmonijnego i zrównoważonego rozwoju gospodarczego oraz postępu technologicznego. Termin minerały/surowce krytyczne używany był dotąd głównie w Stanach Zjednoczonych i ma nieco inne znaczenie niż wzmiankowane wcześniej kopaliny/surowce deficytowe, czy strategiczne. Zgodnie z definicją wprowadzoną w 2008 r. przez Komitet ds. Kopalin Krytycznych dla Gospodarki Stanów Zjednoczonych (*Committee on Critical Mineral Impacts on the US Economy*), a przejętą przez kraje UE, obejmują one te spośród kopalin/surowców narażonych na ryzyko zachwiania lub przerwania płynności podaży i dostaw, dla których deficyt ten może mieć poważne skutki ekonomiczne dla całej gospodarki. Sposób podejścia i oceny krytyczności kopalin/surowców ilustruje rysunek 1.

Opracowanie listy surowców krytycznych odbywa się w ramach działań Inicjatywy ds. Surowców (*Raw Materials Initiative*) i leży w obszarze działań Grupy ds. Podaży Surowców Mineralnych (*Raw Materials Supply Group*). Prace nad realizacją tego zamierzenia rozpoczęto w 2008 r., a opracowanie pierwszego kompleksowego raportu i wstępnej listy jest planowane na koniec 2010 (Critical... 2010). Ze względu na istnienie dużych rozbieżności w sposobie zbierania, ewidencjonowania i opracowywania materiałów statystycznych, w początkowej fazie prac znaczną ilość czasu poświęcono wzajemnym konsultacjom, wypracowaniu wspólnego podejścia w tym zakresie oraz opracowaniu założeń metodycznych i metodologii badań.

W realizowanym obecnie etapie do analiz stopnia krytyczności wytypowano 41 kopalin/surowców mineralnych: aluminium, antymon, baryt, bentonit, beryl, borany, boksyty, chrom, cynk, diatomit, fluoryt, gal, german, gips, gliny ceramiczne wraz z kaolinem, grafit,



Rys. 1. Macierz oceny krytyczności surowców mineralnych
(wg Committee on Critical Minerals Impacts on the US Economy 2008)

Fig. 1. Mineral criticality matrix
(according to the Committee on Critical Minerals Impacts on the US Economy 2008)

ind, kobalt, lit, magnezyt, magnez, mangan, molibden, nikiel, niob, perlit, piaski kwarcowe, pierwiastki ziem rzadkich, platynowce, ren, rudy miedzi, rudy żelaza, srebro, surowce skaleniowe, talk, tantal, tellur, tytan, wanad, wapienie i wolfram. Do prognozowania przyjęto 10-letni horyzont czasowy (Christmann 2010). Analizę krytyczności przeprowadzono opierając się na trzech grupach kryteriów:

- gospodarczo-ekonomiczne skutki ograniczenia podaży,
- ryzyko ograniczenia (zachwiania lub przerwania) podaży,
- „ryzyko środowiskowe”, związane z ograniczeniami możliwości produkcji w poszczególnych krajach, wynikającymi z wymogów ochrony środowiska naturalnego (utrzymanie standardów jakości środowiska, minimalizacja zagrożeń).

Dla ilościowej oceny znaczenia wymienionych kryteriów skonstruowano trzy zagregowane wskaźniki (Communication... 2008).

A. Ocena znaczenia ekonomicznego surowców mineralnych stanowi wielowątkową analizę gospodarczą, obejmującą następujące zagadnienia: zapotrzebowanie na surowce mineralne niezbędne dla rozwoju głównych branż przemysłowych, uwarunkowania socjalne (zatrudnienie) oraz kształtowanie się rynków zbytu. Jednym z ważnych jej elementów jest – zgodnie z definicją surowców krytycznych – odniesienie się do roli poszczególnych surowców w rozwoju innowacyjnych technologii. Wymaga to dobrego rozeznania nowych kierunków badań i spodziewanych ich efektów w wielu dziedzinach nauki i przemysłu oraz pogłębionej analizy struktury zużycia surowców, ze szczególnym uwzględnieniem najnowszych kierunków zastosowań. Miernikiem tego jest wielkość prognozowanego rozwoju zużycia surowców w tych innowacyjnych technologiach. Wiele spośród wytypowanych do analizy substancji mineralnych, to kopaliny/surowce o kluczowym znaczeniu dla rozwoju

nowoczesnych, przyjaznych środowisku technologii. Należą do nich w szczególności pierwiastki rzadkie i rozproszone, które nie tworzą samodzielnych kopalni, ale współwystępują w rudach metali lub innych kopalinach (np. solankach jodo-bromowych). Są one odzyskiwane jedynie w procesach ich przeróbki, głównie hutniczej lub chemicznej. W grupie tej znajdują się też kopaliny wykorzystywane już od stuleci, których zakres zastosowań i skala popytu uległy zmianom wraz z postępem wiedzy i techniki np. cyna, miedź, srebro, chrom

TABELA 1

Wybrane surowce mineralne stosowane w nowych (innovacyjnych) technologiach
(częściowo wg Christmann 2010)

TABLE 1

Selected mineral commodities used in the new (innovative) technologies (partly by Christmann 2010)

Pierwiastek użyteczny	Ważniejsze kierunki zastosowań
Antymon	środki obniżające palność (przemysł tworzyw sztucznych), specjalne akumulatory z ołowiem antymonowym
Arsen	półprzewodniki (elektronika), stopy
Bor	materiały izolacyjne w elementach drewnianych, celulozowych (budownictwo), niepalne ogniwa paliwowe, tworzywa kompozytowe (przemysł samochodowy), środki przeciwpyłowe, leki (medycyna, ochrona zdrowia), nadprzewodniki (komunikacja)
Brom	środki obniżające palność (przemysł tworzyw sztucznych), leki (medycyna)
Chrom	odsalanie wody morskiej, implanty ortopedyczne (medycyna)
Cyna	bezołowiowe stopy lutownicze, telefony komórkowe monitory, ekrany wysokiej rozdzielczości, komputery (elektronika, telekomunikacja), chemikalia, opakowania spożywcze
Gal	lasery, mikroczipy, baterie słoneczne, dyski optyczne, półprzewodniki (elektronika)
German	półprzewodniki, włókna optyczne, mikroczipy, komputery, (elektronika), chemioterapia (medycyna)
Ind	komputery, ekrany wysokiej rozdzielczości, dyski optyczne półprzewodniki (elektronika)
Jod	półprzewodniki, ciekłokrystaliczne ekrany i monitory (elektronika, telekomunikacja), oczyszczanie wody
Lit	baterie, akumulatory (elektrotechnika), włókna szklane, stopy
Miedź	leki, środki bakteriobójcze (ochrona zdrowia), (druty, kable) elektrotechnika, elektronika, stopy (mosiądz)
Neodym (RE)	lasery, wysokiej sprawności magnesy, (elektronika), kuchenki mikrofalowe
Pallad	katalizatory samochodowe, chemiczne, odsalanie wody morskiej, włókna optyczne (elektronika)
Ren	wysokotemperaturowe superstopy (lotnictwo, kosmonautyka), katalizatory (petrochemia)
Srebro	telefony komórkowe, komputery (elektronika)
Tytan	stopy lekkie (lotnictwo, kosmonautyka), katalizatory, powłoki na materiały

(tab. 1). Pod względem ilościowym znaczenie ekonomiczne poszczególnych surowców mineralnych dla gospodarki oceniano biorąc pod uwagę ich udział w produkcie krajowym brutto, obliczonym na podstawie wartości dodanej (brutto) w wyodrębnionych branżach przemysłowych (tzw. megasektorach).

B. Kolejne kryterium związane jest z ryzykiem zachwiania lub przerwania podaży surowców. Wiąże się ono ze wszystkimi etapami ich produkcji, ale w głównej mierze zależy od podaży surowca pierwotnego. Kluczowego znaczenia nabiera więc ocena aktualnej bazy surowcowej kopalin zarówno w aspekcie wystarczalności udokumentowanych zasobów (bilansowych geologicznych i operatywnych) jak i możliwości udokumentowania i udostępnienia nowych złóż w założonej 10-letniej perspektywie czasowej. Ocena taka była prowadzona w skali globalnej, kontynentalnej i krajowej. Przedmiotem dalszych badań były analizy rozwoju rynków surowcowych i cen surowców ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń płynących z kluczowej roli Chin, jako głównego światowego dostawcy, a zarazem odbiorcy wielu surowców mineralnych. Innymi elementami składowymi tego kryterium jest ocena aktualnego stanu i możliwości:

- wykorzystania surowców wtórnych oraz
- rozwoju substytucji surowców mineralnych.

Ilościową ocenę ryzyka zachwiania podaży oparto na analizie trzech elementów: stabilności produkcji u głównych dostawców rynkowych oraz substytucji i recyklingu poszczególnych surowców. Zostały one wyrażone odpowiednimi wskaźnikami, które następnie zagregowano.

C. Trzecią grupę kryteriów stanowią te, które związane są z ryzykiem środowiskowym produkcji na wszystkich jej etapach: począwszy od wydobycia kopaliny, poprzez wszystkie etapy przeróbki i przetwórstwa surowca pierwotnego po produkt rynkowy. Odzwierciedlają one zagrożenia środowiskowe związane z tą działalnością, tak w aspekcie zagrożenia zdrowia ludzkiego jak i żywotności oraz równowagi ekosystemów. Elementami oceny w ramach tego kryterium są więc m. in.:

- ilość wytwarzanych odpadów, w tym zaliczanych do niebezpiecznych szkodliwych,
- ilość odpadów utylizowanych lub możliwych do utylizacji,
- ilość emisji szkodliwych substancji do atmosfery,
- zrzuty wód technologicznych lub ścieków,
- zapotrzebowanie na wodę i jej zużycie w procesach technologicznych.

Elementy te są ujmowane w ocenach w postaci wskaźników środowiskowych, tworzących syntetyczny wskaźnik EPI (*environmental performance index*). Bazując na wskaźniku EPI oraz na środowiskowych wskaźnikach substytucji i recyklingu, w podobny sposób, jak dla oceny ryzyka zachwiania podaży, dokonano oszacowania ryzyka środowiskowego.

Odrębnym problemem, który w przyszłości powinien znaleźć odzwierciedlenie w tej grupie kryteriów są ograniczenia dostępności terenów złożowych spowodowane zagospodarowaniem przestrzennym, w szczególności urbanizacją, oraz wymogami ochrony przy-

rody i krajobrazu. Czynniki te w coraz większym stopniu uniemożliwiają zagospodarowanie wielu złóż i racjonalne wykorzystanie ich zasobów.

Dotychczasowe badania pozwoliły na wstępny podział wytypowanych do badań 41 kopalni/surowców na trzy grupy o różnym stopniu krytyczności (Critical... 2010).

Za najbardziej krytyczne dla gospodarki Unii Europejskiej uznano 14 surowców o ważnym znaczeniu ekonomicznym (antymon, beryl, kobalt, fluoryt, gal, german, grafit, ind, magnez metaliczny, niob, platynowce, pierwiastki ziem rzadkich, tantal i wolfram), charakteryzujących się przede wszystkim wysokim ryzykiem niedoboru lub braku podaży, które wynikają z ograniczonej ilości źródeł ich pochodzenia i podaży, zdominowanej przez:

- Chiny (pierwszego światowego producenta: antymonu, berylu, fluorytu, pierwiastków ziem rzadkich, galu, germanu, indu, magnezu metalicznego, grafitu),
- Rosję – tradycyjnego światowego lidera w produkcji platynowców,
- Brazylię – głównego producenta i dostawcę niobu i tantalu,
- Kongo – wiodącego światowego dostawcę surowców kobaltu.

Ryzyko utraty płynności podaży tych surowców pogłębia niski stopień wykorzystania ich surowców wtórnych i niewielkie możliwości substytucji. Większość spośród zaliczonych do tej grupy surowców jest niezbędna dla rozwoju nowych technologii. Przedstawiona lista jest propozycją, która może ulec modyfikacji w wyniku dalszych dyskusji.

W dłuższej perspektywie czasowej, rzędu 20 lat, którą należałoby przyjąć, mając na uwadze pełny cykl inwestycyjny od poszukiwania złoża, poprzez jego rozpoznanie do udostępnienia i uzyskania pierwszej produkcji surowca, lista surowców krytycznych zapewne uległaby poszerzeniu. Jest to spowodowane kurczeniem się dostępnej bazy surowcowej w krajach europejskich, wieloletnimi zaniedbaniami w poszukiwaniach nowych złóż oraz generalnie malejącą dostępnością terenu (urbanizacja, wymagania ochrony przyrody i krajobrazu). Pozostałe spośród 41 analizowanych surowców wykazują w mniejszym stopniu znamiona niedoboru lub deficytu podaży.

Drugą grupę stanowi 12 kopalni/surowców o bardzo wysokim znaczeniu ekonomicznym i specyficznych uwarunkowaniach związanych z krytycznością i ryzykiem niedoboru podaży: ren, tellur, żelazo, aluminium, boksyty, magnezyt, molibden, mangan, wanad, cynk, nikiel, chrom. Wśród nich zwracają uwagę surowce masowo wykorzystywane w kluczowych branżach przemysłowych (żelazo, aluminium) oraz tzw. surowce strategiczne np. tradycyjne składniki stali stopowych (wanad, chrom, mangan, molibden).

Trzecią grupę stanowi 15 kopalni/surowców posiadających istotne znaczenie ekonomiczne, ale w mniejszym stopniu stosowanych w rozwoju nowych technologii, a równocześnie mniej niż pozostałe zagrożonych ryzykiem niedoboru lub braku podaży. Zaliczono do nich: baryt, diatomity, perlit, talk, gliny ceramiczne (wraz z kaolinem), surowce skaleniowe, gips, surowce boru, bentonit, srebro, miedź, piaski kwarcowe, lit, tytan i wapienie.

2. Ocena atrakcyjności krajowej bazy surowcowej w aspekcie surowców krytycznych dla gospodarki Unii Europejskiej

Kraj nasz nie posiada własnych zasobów kopalin będących źródłem większości surowców zaliczonych do krytycznych (antymon, beryl, grafit naturalny, ind, niob, tantal, pierwiastki ziem rzadkich). Zasoby pozostałych surowców tej grupy są niewielkie. Zapotrzebowanie od lat pokrywane jest importem (tab. 2). Jest z on zmienny co do wielkości, ale generalnie rosnący. W statystykach odnotowuje się również coraz większy import gotowych wyrobów: z berylu, galu, indu, germanu, niobu, tantalu i wolframu.

Zasoby fluorytu w jedynym złożu Stanisławów (którego eksploatacji zaniechano) wynoszą 542 tys. t i nie mają aktualnie znaczenia ekonomicznego. Brak jest również perspektyw surowcowych. Potencjalnie możliwy jest odzysk związków fluoru z gazów odlotowych huty aluminium w Koninie oraz z importowanych fosforytów (przy produkcji kwasu fosforowego), ale brak danych sugeruje, że produkcji tej najprawdopodobniej nie prowadzi się.

Gal pozyskiwany jest głównie w procesach przeróbki (elektroliza) tzw. czerwonych szlamów, które powstają podczas przerobu boksytów na aluminię. Procesów tych nie prowadzi się w Polsce, ze względu na brak własnych złóż boksytów oraz nieopłacalność ich importu i przeróbki (energochłonność, skutki środowiskowe), a zapotrzebowanie na surowce Al pokrywa się w całości importem. Pierwiastek ten stwierdzono w polskich złożach rud Zn-Pb. Odzysku nie prowadzi się.

German jest pierwiastkiem towarzyszącym rudom Zn-Pb i Cu i może być otrzymywany podczas przetwórstwa hutniczego siarczkowych koncentratów cynku. Zasoby galu i germanu w dwóch udokumentowanych i niezagospodarowanych złożach rud Zn-Pb regionu śląsko-krakowskiego Laski i Zawiercie – część wyniesiona oszacowano na 40 t (gal) i 120 t (german) (Bilans... 2009).

Charakter budowy geologicznej naszego kraju wskazuje generalnie na brak perspektyw surowcowych na odkrycie złóż grafitu naturalnego. W regionie dolnośląskim, gdzie znane są wystąpienia łupków grafitowych, ich perspektywiczności nie określono. Rozwija się natomiast produkcja grafitu syntetycznego stosowanego do produkcji wykładzin do pieców elektrycznych i elektrolizerów Al oraz katod i elektrod grafitowych. Grafit syntetyczny w różnych odmianach jest również przedmiotem obrotów handlowych Polski, zarówno importu, jak i eksportu.

Kobalt metaliczny otrzymuje się głównie podczas przetwórstwa koncentratów rud Ni-Co-Cu, i pirytów. W Polsce jest metalem towarzyszącym w złożach rud miedzi monokliny przedsudeckiej, gdzie jego zasoby oszacowano na 109,15 tys. t, z czego ponad 96 tys. t Co w złożach eksploatowanych (Bilans... 2009). Wysokie koncentracje tego metalu notuje się zwłaszcza w rudzie ze złoża Lubin-Małomice. Średnia zawartość Co w rudzie z tego złoża waha się w granicach 95–145 ppm i wykazuje dużą stabilność (Kijewski 2009), zaś średnia zawartość dla ogółu złóż wynosi około 60 ppm. Podczas przetwórstwa hutniczego koncentratów miedzi możliwy jest odzysk tylko niewielkiej ilości tego metalu, gdyż większość przechodzi do żużli konwertorowych, skąd również mógłby być odzyskiwany,

TABELA 2

Gospodarka surowcami krytycznymi dla gospodarki Unii Europejskiej (wg Bilans gospodarki... 2009)

TABLE 2

Management of EU critical raw materials in Poland (acc. to Bilans gospodarki... 2009)

Surowiec	Produkcja	Import	Rodzaj surowca	Źródło zaopatrzenia
Antymon	–	1 tys.t 50–163 t	tlenki antymon nieobrobiony, proszek	głównie Chiny, w małym stopniu Japonia i kraje UE (reeksport)
Beryl	–	bd*	metal, proszek	głównie Chiny, w małym stopniu kraje UE (reeksport)
Fluoryt	–	6,3–9,7 tys.t	flouryty metalurgiczne i ceramiczne, w niewielkich ilościach chemiczne	Meksyk, Niemcy, Czechy
Gal	–	57 kg	metal czysty nieobrobiony	USA, Słowacja, Niemcy, Francja, Szwecja
German	–	17–34 t	tlenek (incydentalnie metal czysty nieobrobiony, złom)	Francja, W. Brytania, Chiny, Niemcy, USA
Grafit	–	3,0–5,7 tys.t	grafit naturalny	Chiny, Niemcy
Ind	–	9–84 kg	metal	Chiny, Belgia, USA, Szwajcaria
Kobalt	–	25–40 kg 18–134 t	metal, proszek tlenki, wodorotlenki	USA, Finlandia, kraje UE (reeksport)
Magnez	–	1,34–5,38 tys. t	metal nieobrobiony, złom	Chiny, Niemcy, Czechy, Węgry i w małych ilościach kilka innych krajów
Niob	–	18–187 kg	metal nieobrobiony, proszek, wyroby	kraje UE, Chiny, USA
Platynowce (pierwotne)	Pt – 25–30 kg/r Pd – 15–20 kg/r	229–1045 kg 1–62 kg	półprodukty metal, proszek	kraje UE, Japonia, USA głównie Niemcy
Pierwiastki ziem rzadkich	–	4,9–62,7 t 0,6–6,8 t	związki metali ziem rzadkich metale ziem rzadkich	Chiny, kraje UE, USA Holandia,
Tantal	–	198–5455 kg	metal nieobrobiony, proszek, złom	Austria, Niemcy, Chiny, Korea, USA,
Wolfram	–	8,1–17,1 t 8,7–22,0 t	metal, proszek żelazowolfram	Czechy, W. Brytania, Austria, Chiny Chiny, Hiszpania, Rosja

* Dane niepublikowane

** Odzysk podczas przetwórstwa hutniczego rud Cu

ale tylko w przypadku stosowania technologii pieca szybowego. Jak dotychczas, mimo wielu deklaracji nie podjęto jednak w Polsce odzysku kobaltu z tego źródła. Rozwój technologii pieca zawiesinowego, w którym metal ten ulega rozproszeniu, uniemożliwia jego odzysk.

Pierwotnym źródłem platynowców w Polsce pozostają złoża rud Cu monokliny przed-sudeckiej. Zwiększone koncentracje platynowców występują w pobliżu spągu łupków miedzionośnych. Po wydobyciu przechodzą do koncentratów, a następnie podczas ich przeróbki wraz z innymi metalami (srebro, złoto, selen) – do szlamów anodowych, skąd są pozyskiwane podczas rafinacji. Zawartość platyny w szlamie platynowo-palladowym wynosi 22–36% Pt i 12–22% Pd (Bilans gospodarki... 2010). Większe ilości platynowców są odzyskiwane ze źródeł wtórnych – złomu i odpadów produkcyjnych, które pochodzą zarówno od producentów krajowych, jak i z importu. Polska jest zarówno importerem, jak i eksporterem platynowców.

Głównym, potencjalnym źródłem magnezu w Polsce są dolomity, których baza zasobowa jest bogata. Może być on pozyskiwany w procesie redukcji dolomitów prażonych. Mimo opracowania odpowiedniej technologii, produkcji tej nie uruchomiono.

Wystąpienia kopalin pierwiastków ziem rzadkich notowane na Dolnym Śląsku (okolice Szklarskiej Poręby i Markocic) nie mają aktualnie charakteru złożowego, a ocena ich perspektywiczności wymaga badań. Potencjalnym, ważnym ich źródłem mogą być fosfogipsy, surowiec odpadowy powstający przy przeróbce koncentratów apatytowych na kwas fosforowy. Przy Zakładach Chemicznych w Wizowie, gdzie przez wiele lat przetwarzano koncentraty importowane z Rosji, pozostało duże zwałowisko fosfogipsów, w którym zasoby pierwiastków ziem rzadkich oszacowano na około 8,28 tys. t.

Zasoby geologiczne rud Mo-W-Cu w Polsce wynoszą około 550,8 mln t (w tym około 238 tys. t wolframu metalicznego), a udokumentowane zostały w rozpoznanym wstępnie porfirowym złożu Myszków (Bilans... 2009). Znajduje się ono w północno-wschodnim obrzeżeniu GZW. W rejonie tym, w strefie kontaktu bloku małopolskiego z górnośląskim istnieją potencjalne możliwości obecności podobnych wystąpień. Złoże Myszków nie zostało dotychczas zagospodarowane.

Ocena stopnia krytyczności wymienionych surowców dla gospodarki naszego kraju jest niejednoznaczna. Obecnie trudno zaliczyć je do krytycznych. Są to surowce deficytowe, o stosunkowo niewielkim znaczeniu gospodarczym. W Polsce nie rozwinięto bowiem gałęzi przemysłu bazujących na nich i nie prowadzi się ich produkcji. Rosnący wzrost zapotrzebowania związany z rozwojem nowych technologii jest i będzie w najbliższych latach pokrywany importem gotowych wyrobów. Głównymi dostawcami pozostaną zapewne Chiny oraz kraje UE o większym potencjale przemysłowym. Dla rozwoju cywilizacyjnego kraju niezbędne jest bardziej dynamiczne wdrażanie nowych technologii i rozwój związanych z nimi gałęzi przemysłu, niezależnie od posiadania lub braku własnych surowców mineralnych. W innym przypadku Polska pozostanie jedynie krajem wytwarzającym (składającym) gotowe wyroby na bazie dostarczonych podzespołów i elementów. Przyjmując więc ten pierwszy scenariusz i biorąc pod uwagę rozwój światowego popytu na omawianą grupę surowców, a co za tym idzie, spodziewany wzrost ich cen oraz możliwe trudności

w zaspokojeniu popytu i płynności dostaw, mogą one w przyszłości stać się krytycznymi również dla gospodarki Polski.

Biorąc pod uwagę pozostałe kopaliny analizowane pod kątem krytyczności dla gospodarki UE, największe perspektywy realnego wkładu surowcowego Polski należy wiązać z rudami miedzi oraz metalami otrzymanymi w trakcie ich przetwórstwa hutniczego (ren, platynowce, molibden, nikiel, selen, bizmut, antymon, cyna). Obecnie odzyskuje się z nich jedynie: złoto, srebro, ołów, platynę, pallad, nikiel, selen i ren. Ten ostatni jest cennym metalem współwystępującym w rudach Cu monokliny przedsudeckiej. Tworzy on domieszki izomorficzne w minerałach miedzi i molibdenu. Jego zasoby szacuje się na około 60 t, (Bilans... 2009) przy średniej zawartości około 0,5 ppm w rudzie (Kijewski 2009). Najwyższe koncentracje tego metalu stwierdzono w rudzie łupkowej, ale również pozostałe odmiany rud są pod tym względem interesujące. Ren odzyskuje się w postaci nadrenianu amonu, który otrzymuje się wskutek przetwarzania kwaśnego roztworu płuczkowego – surowca odpadowego powstającego podczas przetwórstwa hutniczego koncentratów Cu w hucie Głogów. Odzysk ten prowadzi się od roku 2002 dzięki opracowaniu nowej, efektywnej metody absorpcyjnej. Przygotowywane jest uruchomienie instalacji do produkcji renu metalicznego. Wdrożenie tego procesu uczyni Polskę jedynym europejskim i jednym z niewielu światowych producentów tego metalu z własnych złóż.

W przypadku metali odzyskiwanych z rud miedzi szczególnego znaczenia nabiera horyzont czasowy, gdyż wystarczalność ich zasobów operatywnych ocenić można na około 37 lat (Nieć, Radwanek-Bąk 2009, 2010). Perspektywy rozpoznania nowych zasobów wiążą się z koniecznością wykorzystania głębiej położonych partii złóż i dalszymi pracami prospekcyjnymi na sąsiadujących obszarach. Szacunkowe zasoby pierwiastków współwystępujących w rudach miedzi, a nie wymienionych wcześniej, są następujące (Bilans zasobów kopalin... 2009): ołów 1,36 mln t (w tym około 83% w złożach eksploatowanych), molibden 66,43 tys. t, nikiel 48,79 tys. t, srebro 100,11 tys. t, wanad 125 tys. t.

Oszacowanie możliwości i ewentualne wykorzystanie pierwiastków towarzyszących rudom Zn-Pb będzie możliwe dopiero po udostępnieniu nowego złoża. Wymaga to przyjęcia około dwudziestoletniego horyzontu czasowego, pod warunkiem pilnego rozpoczęcia efektywnych działań w tym zakresie. W rudach Zn-Pb dwóch wymienionych rezerwowych złóż (Laski i Zawiercie – część wyniesiona) oprócz zasobów galu i germanu oszacowano też zasoby kadmu 62,93 tys. t i talu 11,41 tys. t.

Wśród 41 rozpatrywanych surowców posiadających istotne znaczenie ekonomiczne – choć na razie w niewielkim stopniu zagrożonych deficytem i o mniejszym stopniu krytyczności – znajdują się również kopaliny skalne – gipsy i wapienie, których zasoby w naszym kraju są bardzo duże. Zasoby gipsów i anhydrytów w udokumentowanych złożach krajowych wynoszą około 260 mln t (Bilans... 2009). Jego wydobycie w 2008 r. wyniosło 1 482 tys. t, a eksport – głównie w postaci wyrobów gipsowych (płyty gipsowo-kartonowe) – był rzędu 600 tys. t (przy imporcie około 467 tys. t tynków gipsowych, głównie z Niemiec i Czech). Olbrzymie zasoby gipsów i anhydrytów towarzyszą ponadto złożom rud miedzi. Ich szacunkowe zasoby tylko dla płycej występujących poziomów wynoszą blisko 57 mld t.

Złoża te, obecnie nieeksploatowane, mogą być udostępnione wyrobiskami kopalń rud miedzi. Oprócz naturalnych źródeł gipsu potencjalne znaczenie gospodarcze mają jego wtórne nagromadzenia (hałdy fosfogipsów) oraz gips pozyskiwany podczas procesów odsiarczania spalin w elektrowniach węglowych (desulfogips). Instalacje pozwalające na jego produkcję zainstalowano dotychczas w kilku największych elektrowniach w kraju (Bełchatów, Konin, Opole, Dolna Odra, Jaworzno III, Łaziska, Połaniec i Kozienice).

Wapienie należą do typowych kopalnin wielosuwrowcowych o bogatym spektrum zastosowań, spośród których do najważniejszych należą: przemysł cementowy i wapienniczy oraz przemysł kamieni budowlanych. Całkowite zasoby wapieni w podziale na typy surowcowe kopaliny, wyróżnione w bilansie zasobów kopalnin, są następujące:

- wapienie i margle dla przemysłu cementowego – 12 608 mln t,
- wapienie dla przemysłu wapienniczego – 5519 mln t,
- różne odmiany wapieni wykorzystywane jako kamienie budowlane i drogowe, w tym ozdobne (marmury) – rzędu 1900 mln t.

Ponadto w naszym kraju występują złoża kalcytu (czystego węglanu wapnia), kredy pizającej i kredy jeziornej. Podane wielkości wskazują na znaczny potencjał zasobowy wapieni w złożach Polski, a także istnienie dalszych perspektyw surowcowych. Gospodarcze wykorzystanie tej kopaliny, w związku z jej eksploatacją odkrywkową, zazwyczaj na dużą skalę, może być w przyszłości znacznie ograniczone wymaganiami ochrony przyrody i zabudową terenu. Niezbędna jest więc kontynuacja działań zmierzających do zapewnienia dostępności tych i innych złóż.

Podsumowanie

1. Kompleksowa ocena potencjału surowcowego krajów Unii Europejskiej oraz identyfikacja tzw. surowców krytycznych, niezbędnych dla jej harmonijnego i zrównoważonego rozwoju gospodarczego oraz postępu technologicznego jest obecnie jednym z priorytetów niezbędnych dla wypracowywania podwalin wspólnej polityki surowcowej w zakresie surowców nieenergetycznych.
2. Ocenę krytyczności surowcowej przeprowadzono dla 41 wytypowanych surowców mineralnych, głównie metalicznych (aluminium, antymon, beryl, chrom, cynk, gal, german, ind, kobalt, lit, magnez metaliczny, mangan, molibden, nikiel, niob, pierwiastki ziem rzadkich, platynowce, ren, rudy miedzi, rudy żelaza, srebro, tantal, tellur, tytan, wanad, wolfram) oraz mniej licznych surowców niemetalicznych (baryt, bentonit, boksyty, borany, diatomit, fluoryt, gips, gliny ceramiczne wraz z kaolinem, grafit, magnezyt, perlit, piaski kwarcowe, surowce skaleniowe, talk, wapienie) biorąc pod uwagę 10-letni horyzont czasowy.
3. Analizę ich krytyczności opracowano na podstawie trzech podstawowych grup kryteriów: znaczenie ekonomiczne, ryzyko zachwiania lub przerwania podaży i „ryzyko środowiskowe”. Ilościową ocenę krytyczności przeprowadzono stosując skonstruowane uprzednio trzy zagregowane wskaźniki.

4. Za surowce krytyczne uznano 14: antymon, beryl, kobalt, fluoryt, gal, german, grafit, ind, magnez, niob, platynowce, pierwiastki ziem rzadkich, tantal i wolfram. Mają one ważne znaczenie ekonomiczne, odgrywają istotną rolę w rozwoju innowacyjnych technologii, a ich rynki charakteryzują się wysokim ryzykiem niedoboru lub braku podaży, wynikającym z ograniczonej ilości źródeł ich pochodzenia i podaży, zdominowanej przez Chiny, a w mniejszym stopniu Rosję, Brazylię i Kongo. Ryzyko utraty płynności podaży tych surowców wzmaga niski stopień wykorzystania ich surowców wtórnych i niewielkie możliwości substytucji.
5. Polska nie może stanowić liczącego się ogniwa zaplecza surowcowego UE w zakresie zidentyfikowanych surowców krytycznych. Kraj nasz nie posiada odpowiedniej bazy surowcowej, nie prowadzi ich własnej produkcji, a zapotrzebowanie pokrywane jest importem.
6. Omawiane surowce trudno jednoznacznie uznać za krytyczne dla gospodarki naszego kraju. Są to raczej surowce deficytowe o ograniczonym znaczeniu gospodarczym, gdyż jak dotychczas nie rozwinięto bazujących na nich gałęzi przemysłu. Prognozy gospodarcze na najbliższe lata wskazują na to, że związany z rozwojem nowych technologii rosnący wzrost zapotrzebowania na te surowce, będzie pokrywany importem gotowych wyrobów. Głównymi dostawcami pozostaną prawdopodobnie Chiny oraz kraje UE o większym potencjale przemysłowym.
7. Ze względu na stosunkowo tanią siłę roboczą o znacznym potencjale intelektualnym wzrośnie rola naszego kraju jako producenta gotowych wyrobów na bazie dostarczonych z zewnątrz podzespołów i elementów. Właściwe wykorzystanie potencjału ludzkiego domaga się rozwoju własnych innowacyjnych technologii opartych na imporcie oraz własnej produkcji surowców zaliczanych do krytycznych.
8. W bliższej perspektywie czasowej wzrost lub uruchomienie produkcji niektórych spośród surowców krytycznych dotyczy w największym stopniu odzysku metali współwystępujących w rudach miedzi monokliny przedsudeckiej.
9. Wykorzystanie naszego skromnego potencjału surowcowego kopalni będących źródłem surowców krytycznych może nastąpić dopiero w dłuższym, około 20-letnim horyzoncie czasowym. Za najbardziej prawdopodobne działania w tym zakresie należy uznać udostępnienie złoża rud Mo-W-Cu Myszków oraz intensyfikację poszukiwań podobnych złóż. Możliwe jest też uruchomienie odzysku magnezu metalicznego z dolomitów.

LITERATURA

- Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce (stan na 31.12.2008). Red. S. Wołkiewicz, A. Malon, S. Tymiński. Wyd. PIG. Warszawa. 2009.
- Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2008. Red. R. Ney, T. Smakowski, K. Galos. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków. 2010.
- Christmann P., 2010 – Critical minerals to the EU economy: issues and potential. w: Aachen International Mining Symposia. Red. P.N. Martens. VGE Verlag. Essen. (late edition) s. 19–34.

- Critical raw materials for the EU – Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. EU Commission Enterprise and Industry. 2010.
- Committee on Critical Mineral Impacts on the U.S. Economy – Minerals, Critical Minerals and the U.S. Economy – Committee on Earth Resources, National Research Council of the National Academies – Washington (D.C.) USA. 2008.
- Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – The raw materials initiative – meeting our critical needs for growth and jobs in Europe. Staff working document. SEC(2008) 2741.
- G a l o s K., S m a k o w s k i T., 2008 – Nowa polityka surowcowa krajów Unii Europejskiej w obszarze surowców nieenergetycznych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 24, z. 4, s. 76–89.
- K i j e w s k i P., 2009 – Gospodarcze i środowiskowe znaczenie pierwiastków towarzyszących na przykładzie złoża miedzi monokliny przedsudeckiej. *Materiały XIX Konf. „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi”* listopad 2009. Wyd. IGSMiE PAN.
- N i e ć M., R a d w a n e k -B a k B., 2009 – Wykorzystanie złóż kopalni w Polsce a zagrożenia bezpieczeństwa surowcowego kraju. *Przeł. Geol.* 57, 7, s. 591–599.
- N i e ć M., R a d w a n e k -B a k B., 2010 – Recent and future utilization of mineral deposits In Poland and threats to security of mineral Raw material supply. w: *Aachen International Mining Symposia*. Red. P.N. Martens. VGE Verlag. Essen. s. 137–147.

ZASOBY KOPALIN POLSKI W ASPEKcie OCENY SUROWCÓW KRYTYCZNYCH UNII EUROPEJSKIEJ

Słowa kluczowe

Polityka surowcowa Unii Europejskiej, surowce krytyczne, zasoby kopalni/surowców krytycznych w Polsce

Streszczenie

Zabezpieczenie podaży surowców mineralnych w Unii Europejskiej stało się w ostatnich latach jednym z priorytetowych celów działań Komisji UE, Służb Geologicznych i licznych ośrodków badawczych. Po latach zaniedbań w tym kierunku, dostrzeżono wagę rosnącego deficytu surowcowego krajów Europy oraz płynące stąd zagrożenia dla konkurencyjności jej gospodarki w stosunku do dynamicznie rozwijających się gospodarek Chin, Indii oraz innych krajów, głównie azjatyckich. Dało to asumpt dążeniom do stworzenia nowej, wspólnej polityki surowcowej Unii Europejskiej głównie w zakresie surowców nieenergetycznych. Jednym z punktów wyjścia do tych działań jest ocena potencjału surowcowego krajów Unii Europejskiej oraz identyfikacja tzw. surowców krytycznych, niezbędnych dla harmonijnego i zrównoważonego rozwoju gospodarczego oraz postępu technologicznego.

Niniejsze opracowanie przedstawia syntetyczną prezentację i omówienie wyników prac prowadzonych w tym zakresie w ramach działalności Inicjatywy ds. Podaży Surowców Mineralnych, skupiając się na prezentacji na tym tle naszej, krajowej bazy surowcowej i oceny jej atrakcyjności jako źródła surowców krytycznych dla UE.

Analizę krytyczności wykonano opierając się na trzech grupach kryteriów: gospodarczo-ekonomiczne skutki ograniczenia podaży, ryzyko ograniczenia (zachwiania lub przerwania) podaży oraz ryzyko środowiskowe, związane z ograniczeniami możliwości produkcji w poszczególnych krajach, wynikającymi z wymogów ochrony środowiska naturalnego. Dla ilościowej ich oceny skonstruowano trzy zagregowane wskaźniki, zaś do prognozowania przyjęto 10-letni horyzont czasowy. Do analiz stopnia krytyczności wytypowano 41 najważniejszych i najszerzej wykorzystywanych surowców mineralnych. Dotychczasowe badania pozwoliły na wstępny ich podział na trzy grupy.

Za krytyczne dla gospodarki Unii Europejskiej uznano 14 surowców o ważnym znaczeniu ekonomicznym, tj.: antymon, beryl, kobalt, fluoryt, gal, german, grafit, ind, magnez, niob, platynowce, pierwiastki ziem rzadkich, tantal i wolfram. Charakteryzują się one bardzo wysokim ryzykiem niedoboru podaży, co wynika z ograniczonej ilości źródeł ich pochodzenia i podaży, zdominowanej przez kilka krajów, w szczególności Chiny. Ryzyko utraty

płynności podaży tych surowców wzmaga niski stopień wykorzystania surowców wtórnych i niewielka skala substytucji. Większość spośród wskazanych surowców jest niezbędnych dla rozwoju nowych technologii. Pozostałe surowce są również, choć w mniejszym stopniu, zagrożone deficytem. Ich znaczenie ekonomiczne jest duże, ale są w mniejszym stopniu niezbędne dla rozwoju nowych technologii.

W odniesieniu do przedstawionych surowców krytycznych dla gospodarki Unii Europejskiej, Polska nie może stanowić jej zaplecza surowcowego. Kraj nasz nie posiada odpowiedniej bazy surowcowej, nie prowadzi własnej ich produkcji, a zapotrzebowanie pokrywane jest – i jak wskazują prognozy na najbliższe lata – będzie pokrywane importem. Spodziewany jest natomiast wzrost roli naszego kraju jako producenta gotowych wyrobów na bazie dostarczonych z zewnątrz podzespołów i elementów. Omawiane surowce trudno też zaliczyć do krytycznych dla gospodarki naszego kraju, gdyż jak dotychczas nie rozwinięto bazujących na nich gałęzi przemysłu. Mają więc one obecnie ograniczone znaczenie gospodarcze. Harmonijny i zrównoważony rozwój kraju i wykorzystanie wysokiego potencjału ludzkiego domagają się rozwoju własnych innowacyjnych technologii opartych na imporcie oraz własnej produkcji surowców zaliczanych do krytycznych.

Ewentualne szersze wykorzystanie skromnego potencjału surowcowego Polski w zakresie kopaliny będących źródłem surowców krytycznych może nastąpić dopiero w dłuższym, około 20-letnim horyzoncie czasowym. Za najbardziej prawdopodobne działania w tym zakresie należy uznać udostępnienie złoża rud Mo-W-Cu Myszków oraz intensyfikację poszukiwań podobnych złóż.

MINERAL RESOURCES OF POLAND IN THE ASPECT OF THE ASSESSMENT OF CRITICAL MINERALS TO THE EUROPEAN UNION ECONOMY

Key words

The European Union mineral policy, critical raw materials, critical mineral resources/raw materials in Poland

Abstract

The assurance of future raw materials supply to the EU mineral industry has become, in recent years, one of the priority tasks of the EU Commission, geological surveys and several research centers. After many years of negligence, the problem of developing supply risk of many raw materials in Europe has been perceived, along with the menace to the EU economy competitiveness coming from dynamically developing countries such as China, India and others – basically of Asian origin. This has initiated a new mineral policy within the EU zone, referring mainly to non-fuels. One of the starting points for this activity has become the assessment of the EU mineral resources potential and identification of the raw materials that are critical for the harmonious and sustainable development and technological progress.

The paper briefly presents the results of research work focused on the critical raw materials assessment, which were conducted by the Initiative for the Raw Materials Supply. Its core is the presentation of Polish mineral reserve base and its potential as a possible source of critical raw materials for the European Union. The criticality analysis was based on three categories, i.e.: economic consequences of the supply limitation, supply risk of reduction (fluctuation or disruption), and environmental risk referring to countries with weak environmental performance in order to protect the environment that jeopardize the supply of raw materials to the EU. For their quantitative assessment there were proposed three aggregated indices, while for the forecast purposes – 10-year period. The criticality ratio was determined for the 41 most important and most frequently used raw materials. On the grounds of the research made up to now, these raw materials were preliminary divided into three groups.

As a critical to the EU economy, 14 raw materials of major economic importance were discriminated, i.e.: antimony, beryllium, cobalt, fluorite, gallium, germanium, graphite, indium, magnesium, niobium, PGM, rare earths, tantalum, and tungsten. They are characterized by high supply risk, which is mainly due to limited number of their sources – dominated by a few countries, in particular China. The risk of supply disruptions is boosted by low rate of utilization of secondary sources, and limited scale of substitution as well. The majority of the above-mentioned raw materials are crucial for the new technologies development. The remaining minerals are

also – though to a lesser extent – imperiled with a supply deficit. Despite they are also of economic importance, their indispensability for the advanced technologies development is relatively smaller.

Taking into account the raw materials that are critical for the European Union economy, Poland cannot be considered as its resource base. The source of these raw materials are not only scarce in Poland, but also they are not produced, and their demand is now – and according to forecasts is going to be in the future – met by imports. However, the role of our country as a manufacturer of finished products from components of foreign origin is anticipated to increase. The raw materials in question are not considered exactly critical for Polish economy, as any industrial branch based upon their utilization has emerged so far. Therefore, they are of limited economic importance. Presumable utilization of very limited sources of above-mentioned critical raw materials in Poland could be anticipated in a perspective of at least 20 years. The most probable in this respect are the following: opening out the new Mo-W-Cu ore deposit Myszków, and the promotion of exploration works for similar deposits.

