



Tadeusz J. SMAKOWSKI*

Surowce mineralne – krytyczne czy deficytowe dla gospodarki UE i Polski

Streszczenie: W czerwcu 2010 r. na posiedzeniu Raw Materials Supply Group w Brukseli zaprezentowano raport o krytycznych surowcach mineralnych dla Unii Europejskiej. Raport przedstawia definicję krytycznych surowców mineralnych oraz podaje listę 14 ważnych gospodarczo surowców mineralnych, które uznano za poddawane zwiększonemu ryzyku zaburzeń podaży. Lista zawiera surowce mineralne o różnych poziomach produkcji i zapotrzebowania, różnym pochodzeniu i znaczeniu gospodarczym dla krajów UE i innych krajów europejskich. Identyfikacja krytycznych surowców mineralnych została zapewne przeprowadzona bez zdefiniowania, z jaką kategorią przetworzenia surowca mamy do czynienia (koncentraty, półprodukty, produkty, wyroby finalne). Spośród listy 14 surowców uznanych za krytyczne, zdaniem autora na miano to zasługują tylko trzy: metale ziem rzadkich (i ich związki), niob i tantal. Pozostałe powinny zostać uznane za surowce deficytowe dla gospodarki UE i Polski, choć w obrębie Unii znane są źródła do ich produkcji, niekiedy niewykorzystywane. Z pozostałych około 95 innych surowców mineralnych ważnych dla gospodarki UE i Polski, za krytyczne (przynajmniej częściowo) autor uznaje m.in.: rudy żelaza, mangan, chrom, molibden, nikiel, wanad i ich żelazostopy, a także fosforyty i apatyty.

Słowa kluczowe: surowce mineralne *sensu largo*, surowce krytyczne, surowce deficytowe, gospodarka UE i Polski

Critical or deficit mineral commodities for EU and Poland economy

Abstract: In June 2010 on the meeting of RMSG at Brussels Report "Critical raw materials for the UE" have been presented. The report presents definition of critical raw materials/mineral commodities and gives a list of 14 economically important raw materials which were said to be subjected to an increased risk of interruptions in supply. The list comprises raw materials varying in scale of production and demand as well as origin and economic importance for the EU Member States and neighboring countries. The identification of the critical raw materials was probably made without specifying a category of mineral commodities (concentrates, semi-products, products or final products). Out from a list of 14 mineral commodities only three have been identified by author as critical – rare earth elements, niobium and tantalum. The rest of them were identified as a deficit mineral commodities for EU and Poland economy, with known sources of such minerals within EU.

* Mgr inż., PIG-PIB Warszawa; e-mail: tadeusz.smakowski@pigi.gov.pl

But from a list of 95 other important mineral commodities for EU and Poland economy, as critical commodities were recognized, among others: iron ores, manganese, chromium, molybdenum, nickel, vanadium and their ferroalloys, as well as phosphate raw materials (phosphate and apatite).

Key words: Mineral commodities in broad sense, critical raw materials, deficit raw materials, EU and Poland's economy

Wprowadzenie

W czerwcu 2010 r. przedstawiono raport *Surowce krytyczne dla UE* (Critical raw... 2010), przygotowany przez grupę roboczą *ad hoc* w ramach Grupy ds. Dostaw Surowców (*Raw Materials Supply Group*) na temat zdefiniowania surowców krytycznych. Zawiera on listę 14 surowców mineralnych o różnych poziomach produkcji i zapotrzebowania, różnym pochodzeniu i znaczeniu dla gospodarki krajów UE i nie będących w strukturze unijnej a mianowicie: antymon, beryl, fluoryt, gal, german, grafit, ind, kobalt, magnez, metale ziem rzadkich, niob, platynowce, tantal i wolfram. Podstawą ich wyróżnienia był szereg wskaźników ryzyka, m.in. ryzyko podaży w horyzoncie do 2030 r., stopień uzależnienia krajów UE od importu surowców mineralnych oraz struktura geograficzna ich produkcji i zużycia w latach 2007–2009, a także aproksymacja tych wielkości do 2030 r. w kategorii ryzyka gospodarczego. Rozważano również strukturę zapotrzebowania poszczególnych surowców, ale bez zdefiniowania z jaką kategorią przetworzenia surowca mamy do czynienia (koncentraty, półprodukty, produkty czy wyroby finalne), bazując m.in. na niepełnych danych Eurostat. Wywołało to spore zamieszanie, jak i powstanie błędnych (zdaniem autora) koncepcji rozwiązania problemów zaopatrzenia krajów UE w surowce nieenergetyczne.

1. Pojęcia podstawowe

Punktem wyjścia jest zdefiniowanie terminu *surowce krytyczne*. Termin ten – zdaniem autora – możemy stosować do surowców, dla których brak jest źródeł pierwotnych i wtórnych w krajach UE oraz brakuje możliwości ich produkcji na różnych etapach. Wynika to ze struktury pionowej surowców mineralnych *sensu largo*, która wskazuje na możliwości ich pozyskiwania na różnych poziomach – od urobku po wyroby końcowe – z uwzględnieniem możliwości pokrywania zapotrzebowania także ze źródeł spoza UE (Bilans Gospodarki... 2011). W odniesieniu do surowców, dla których istnieją źródła pierwotne i wtórne w obrębie UE, ale zapotrzebowanie na nie pokrywane jest w dużej części importem spoza UE, właściwym wydaje się termin: *surowce deficytowe*. I ten właśnie termin dobrze pasuje do wyróżnionej w raporcie grupy 14 surowców, których pozyskiwanie w krajach UE zaprzestano z różnych powodów. Dobrze to obrazuje przykład krajów Europy północno-zachodniej, w których do przełomu lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku 1/3 społeczeństwa utrzymywała się z przemysłu wydobywczego, przetwórczego i hutniczego.

Dla właściwego zrozumienia struktury pionowej surowca mineralnego *sensu largo* odpowiadającej angielskiemu terminowi *chain of supply* (łańcuch podaży) niezbędna jest wiedza interdyscyplinarna o surowcach mineralnych, pozwalająca na właściwe zdefiniowanie pozycji surowca mineralnego względem zapotrzebowania nań w obrębie kraju

lub grupy krajów, np. UE, a mianowicie czy jest to surowiec krytyczny, deficytowy czy bezpieczny w określonym horyzoncie czasowym. Czynniki czasowe mają duże znaczenie, bowiem wszystkie wielkości w gospodarce surowcami zmieniają się dynamicznie, a w przypadku źródeł pierwotnych, tj. złóż, są wielkościami skończonymi i nieodnawialnymi.

2. Ocena krytycznych 14 surowców

Z wyróżnionych w raporcie UE 14 surowców krytycznych, w ocenie autora istotne znaczenie dla gospodarki UE mają jedynie niob, tantal i ziemie rzadkie, natomiast pozostałe są stosowane w małej ilości lub ich stosowanie znacznie ograniczono (np. wolfram, fluoryt). Wiele z nich było produkowanych w krajach UE, a zaprzestanie ich pozyskiwania wynikało z wielu przyczyn, niekiedy nieuzasadnionych. Niektóre z nich pozyskiwane są w ograniczonej liczbie państw–producentów. Wiele z tych metali ma niski poziom recyklingu lub brak jest ich dobrych substytutów. W opinii autorów listy 14 surowców, są to surowce krytyczne, a ryzyko ich niedoboru i wpływ tego niedoboru na gospodarkę UE są większe niż w przypadku innych surowców. Wysokie ryzyko ich niedoboru wynika głównie z faktu, że znaczna część światowej produkcji przypada na niewielką liczbę państw, takich jak: Chiny (antymon, fluoryt, gal, german, grafit, ind, magnez, pierwiastki ziem rzadkich, wolfram), Rosja (platynowce, wolfram), Demokratyczna Republika Konga (kobalt, tantal) oraz Brazylia (niob i tantal).

Z listy 14 surowców, większość to metale (12), których ranga gospodarcza jest różna w wymiarze ilościowym i wartościowym. Niemniej są na niej dwa surowce tracące znaczenie gospodarcze – fluoryt (związki fluoru niszczą warstwę ozonową) oraz wolfram (powszechne rozbrojenie – ograniczenie stosowania wojennego surowca, dodatkowo wycofanie pręcików wolframowych z żarówek). Są one deficytowe dla gospodarki Polski oraz UE, podobnie jak jeszcze kilkadziesiąt innych, np. **aluminium, cyna, mangan, molibden, nikiel, rudy żelaza, lit, perlit, talk, pirofyllit, skalenie, wollastonit, wermikulit** i inne. Dla niektórych z nich istnieją źródła w Polsce i pozostałych krajach UE, ale wymagają badań technologicznych nad pozyskiwaniem z nich surowców odpowiedniej jakości.

Wśród 12 metali wymienione są **gal, german i ind**, które w przyrodzie rzadko tworzą własne minerały, a ich nagromadzeń o charakterze złożowym brak na całym świecie. Występują jako tzw. metale/pierwiastki towarzyszące w złożach rud innych metali, np. Ga w rudach Zn-Pb i boksytach, ind w rudach Zn, a german w rudach Cu i Zn-Pb, z których są pozyskiwane dopiero na etapie przetwarzania metalurgicznego lub chemicznego ich koncentratów. Przed laty w dawnej hucie Szopienice pozyskiwano **gal** z pyłów po prażeniu koncentratów sfalerytowych pochodzących ze złóż krakowsko-śląskich. Polskie rudy Zn-Pb i Cu nie zawierają większych domieszek germanu i indu, a zatem nie mogą być ich źródłem nawet przy znanej technologii pozyskiwania (Minerals Yearbook... 2010). Wobec tego ind i german będą trwale deficytowe i krytyczne dla gospodarki polskiej, natomiast gal po wdrożeniu odpowiedniej technologii – nie. W skali krajów UE wspomniane trzy metale nie są krytyczne, bowiem szereg hut w Belgii, Holandii, Niemczech, Francji czy Wielkiej Brytanii pozyskuje je podczas przetwarzania importowanych koncentratów rud Zn, Zn-Pb i Cu. Natomiast możliwościami pozyskiwania galu z odpadów po przeróbce boksytów na aluminię dysponują m.in. Węgry, Rumunia, Słowacja, Irlandia, Hiszpania i Francja.

Gal stosowany głównie w postaci arsenku galu, siarczku i azotku, a także galu półprzewodnikowego oraz tlenku galu przede wszystkim w dynamicznie rozwijającej się od połowy lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku optoelektronice i telefonii komórkowej. Produkowany jest we Francji, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Norwegii, a poza Europą – w USA, Japonii i na Tajwanie. A zatem surowce galu mogą być co najwyżej częściowo deficytowe dla gospodarki UE, a nie krytyczne.

German obecnie, wobec konkurencji tańszego krzemu, jest w elektronice stosowany głównie w systemach noktowizyjnych na podczerwień i telekomunikacji światłowodowej. Rynek germanu w okresie 2005–2009 charakteryzował się wzrostem zapotrzebowania wytwórców półprzewodników, światłowodów i ogniw słonecznych, na poziomie rzędu 140 t Ge, co spowodowało ponad dwukrotny wzrost cen. Produkcja **germanu metalicznego** oraz **tlenku germanu** w krajach UE prowadzona jest w Belgii, Niemczech, Wielkiej Brytanii oraz Francji, liderem są Chiny – około połowa podaży światowej, a innymi znaczącymi producentami są Rosja i USA. Wskutek tego nie jest on surowcem krytycznym dla gospodarki UE.

Ind w formie metalicznej jest używany w elektronice w postaci stopów, złącz i lutów niskotopliwych. Głównymi surowcami indu są jednak tlenek indu oraz tlenek In-Sn (ITO), których ultracienkie, transparentne powłoki używane są m.in. w produkcji ekranów ciekłokrystalicznych, plazmowych i lamp luminescencyjnych, a dzięki właściwościom antymrozowym i przeciwmgielnym – na reflektory oraz przednie szyby samolotów. Surowce indu produkowane są głównie Chinach, Japonii i Korei Płd., w mniejszych ilościach w Belgii, Niemczech, Kanadzie, USA, Peru i in. Są one więc w wysokim stopniu deficytowe dla gospodarki UE, ale nie krytyczne.

Antymon jest pozyskiwany z samodzielnych złóż rud antymonu lub jako koprodukt ze złóż rud Zn-Pb, Cu-Ag, w postaci koncentratów antymonitu Sb_2S_3 . Ważną rolę odgrywają również źródła wtórne, głównie złom akumulatorów ołowiowych. Większość antymonu metalicznego wykorzystywana jest przy produkcji stopów drukarskich i łożyskowych cyny i ołowiu, stopów miedzi, na bezpieczniki topikowe i termometry oraz do spoiw elektronicznych. Tlenki antymonu stosowane są w przemyśle gumowym, farb i lakierów, tekstylnym, szklarskim i in.

Ich zużycie nie jest duże w Polsce jak i w krajach UE. Polska nie posiada złóż rud Sb ani nie produkuje jego surowców, których pozyskiwanie chociaż częściowe, mogłoby pochodzić ze źródeł wtórnych. Jest to i będzie trwale deficytowy surowiec dla Polski. Natomiast kraje UE, m.in. Francja, Niemcy, Szwecja posiadają złoża rud Sb lub złoża innych rud, w których antymonit występuje jako kopalina towarzysząca. W przeszłości złoża te były eksploatowane. A zatem kwestie organizacyjno-ekonomiczne są dla UE rozwiązaniem tego problemu. Surowce antymonu nie są krytyczne, a jedynie deficytowe dla krajów UE.

Beryl, którego podstawową kopaliną jest minerał beryl, może być pozyskiwany ze złóż w pegmatytach, a niekiedy w grejzenach i w skałach subalkalicznych. Jednak najważniejsze znaczenie dla gospodarki światowej ma złoża rud bertrandytu w Spor Mt. w USA. Głównymi surowcami handlowymi są: **koncentraty berylu**, **beryl metaliczny**, **proszek berylu**, **proszek tlenku berylu** oraz **stopy berylowo-miedziowe**, **berylowo-niklowe** i **berylowo-aluminiowe**. Surowce te stosowane są przede wszystkim w przemyśle zbrojeniowym, a także elektronice i elektrotechnice oraz energetyce jądrowej. Beryl należy do najważ-

niejszych metali hi-tech, a surowce berylu mają charakter surowców strategicznych. Kraje UE poza Portugalią i Hiszpanią (małe złoża) są pozbawione istotnych złóż kopalin berylu, choć niektóre z nich, m.in. Niemcy, Francja, Wielka Brytania, produkują związki berylu i beryl metaliczny. Zużywany w niewielkich ilościach, jest i pozostanie surowcem trwale deficytowym w zakresie surowców pierwotnych, tj. koncentratów. Niemniej istnieją możliwości zwiększenia jego zużycia w stopach z miedzią, tzw. brązach berylowych. Wskazane byłoby podjęcie ich produkcji przez KGHM Polska Miedź SA.

Kobalt jest jednym z najważniejszych metali stopowych stali oraz surowców przemysłu farb i lakierów, ceramicznego, szklarskiego i wielu innych. Dzięki odporności termicznej, wytrzymałości i właściwościom magnetycznym kobalt znajduje szereg zastosowań, z których do najważniejszych należy produkcja superstopów. Jego związki są powszechnie wykorzystywane do produkcji baterii doładowywanych, które są obecnie głównym kierunkiem użytkowania surowców kobaltu.

Kraje UE pozbawione są złóż rud kobaltonośnych, poza Finlandią, a częściowo również Polską (obecny jest tam jako metal towarzyszący w rudach Cu). Istnieje możliwość rozpoczęcia pozyskiwania wodorotlenku kobaltu z odpadów różnych procesów metalurgicznych w KGHM, co jest zapowiadane przez KGHM Ecoren Sp. z o.o. W krajach UE, a zwłaszcza w Belgii i Finlandii produkowane są różne surowce kobaltu (metal, tlenek, wodorotlenek i inne) na bazie importowanych surowców pierwotnych, głównie z DR Konga oraz Zambii. Układ taki będzie funkcjonował także w przyszłości, nawet bardziej odległej. Ważną rolę w pozyskiwaniu kobaltu, zwłaszcza w okresach wyższych cen, odgrywają źródła wtórne: **odpady i żużle hutnicze oraz złom superstopów, katalizatorów, węglików spiekanych** i innych wyrobów z udziałem kobaltu. Jak się ocenia, na kobalt z recyklingu może przypadać nawet 10% światowej konsumpcji tego metalu. Produkcja górnicza kobaltu zdominowana jest przez DR Konga i Zambię, a także Rosję, Kanadę, USA oraz Chiny i Australię. Natomiast produkcja hutnicza – metal, proszek, związki kobaltu – ma miejsce w Belgii, Finlandii, Francji, a także w Norwegii, Rosji i – przede wszystkim – Chinach. Produkcja Europy stanowiła niemal 30% podaży światowej tych surowców, która jest obecnie zdominowana przez Chiny (niemal 40%). W świetle powyższego surowce kobaltu (poza pierwotnymi) nie są zatem krytyczne dla UE, a jedynie częściowo deficytowe.

Magnez jest metalem lekkim, który pozyskiwany jest z różnych źródeł, ale jego produkcja jest bardzo energochłonnym i drogim procesem. Spowodowało to, że produkcja w Europie praktycznie zanikła przy konkurencji taniego magnezu z Chin i innych krajów. A zatem problem europejskiej podaży magnezu nie wynika z braku źródeł i technologii, ale z wysokich cen energii i kosztów produkcji, które wymagają nowego podejścia. Podobnie kwestia ta wygląda w Polsce, gdzie technologia produkcji magnezu z dolomitów była znana i wdrożona w skali półtechnicznej w ZM Trzebinia. Przedmiotem obrotu międzynarodowego jest magnez metaliczny 99,8%, stopy Al-Mg oraz odpady i złom magnezu. Złom stopów magnezu staje się stopniowo coraz istotniejszym źródłem pozyskiwania ponownie stopów Mg lub magnezu metalicznego (do 14% udziału w ostatnim czasie). Magnez jest powszechnie stosowany w konstrukcjach samolotów, samochodów i innych środków transportu, przede wszystkim ze względu na trwałość, redukcję wagi (od 30% do 60%) poszczególnych części w porównaniu z elementami wykonanymi z tradycyjnych materiałów, a także umożliwia recykling w istotnym zakresie. W ostatnim czasie wykorzystywany jest także w nowoczesnym wzornictwie mebli i produkcji armatury łazienkowej.

Od dłuższego czasu decydujący wpływ na obraz rynku surowców magnezu mają Chiny, w głównej mierze odpowiedzialne za rozwój nadpodaży tego metalu, obserwowany po roku 2000, co wywołało falę likwidacji zakładów produkcji magnezu na świecie, a także decyzje o rezygnacji bądź wstrzymaniu planowanych inwestycji (za wyjątkiem Chin i Rosji). Okresowe ograniczenie podaży chińskiego i rosyjskiego magnezu na rynku światowym, przy istotnym zapotrzebowaniu branży motoryzacyjnej i komputerowej, a także producentów tytanu wytwarzanego przy użyciu magnezu metalicznego, okresowo powoduje znaczące zwwyżki cen magnezu. Podaż magnezu metalicznego pierwotnego na rynku krajów UE pochodzi obecnie w całości z importu, którego poziom w ostatnich latach oscylował w granicach 70–80 tys. t/rok. Większość zakupów pochodziła z Chin, a także Rosji i Izraela. Przy wysokich kosztach energii, robocizny w UE oraz niskich cenach na rynku magnez metaliczny pierwotny pozostanie dla UE surowcem deficytowym.

Niob i tantal są metalami o specjalistycznych zastosowaniach w wielu dziedzinach najnowocześniejszej techniki i z tego względu uznawane są za surowce strategiczne. Ich minerały rzadko tworzą złoża, zwłaszcza w krajach UE. Znane są one tylko w Portugalii i Hiszpanii, gdzie notowana jest ich niewielka produkcja. Jediną możliwością ich pozyskiwania w krajach UE stanowią złomy wyrobów z ich udziałem, z których obecnie w zachodniej Europie odzyskuje się niewielkie ilości, pokrywające do 10% zapotrzebowania. A zatem niob i tantal będą surowcami trwale deficytowymi dla gospodarki europejskiej.

Wiodącą rolę w światowej produkcji surowców niobu odgrywają Brazylia i Kanada dostarczające w ostatnich latach ponad 96% światowej podaży Nb w koncentratkach. Niob jest wysoko cenionym dodatkiem do stali węglowych (konstrukcje specjalne – wieżowce, mosty, rakiety jądrowe) niskostopowych, nierdzewnych i żaroodpornych (rurociągi, kotły ciśnieniowe, ściany żaroodporne) oraz superstopów Ni-Nb, Co-Nb i Fe-Nb (do palników gazowych, turbin rakiet, samolotów) i innych. Surowce niobu, a zwłaszcza żelazoniob, pozostaną krytycznymi czy też kluczowymi dla gospodarek krajów UE.

Z kolei złoża rud Ta są jeszcze bardziej ograniczone wielkościami i geograficznie niż rud Nb i występują w pegmatytach, albitach i okruczowych złożach, głównie w Brazylii i Australii, a także w niektórych krajach afrykańskich oraz w Rosji, Ukrainie i Kazachstanie. Coraz większego znaczenia w pozyskiwaniu surowców tantalu nabierają jego źródła wtórne, tj. złomy i odpady z jego udziałem. Rozwój pozyskiwania tantalu z tych źródeł w wielu krajach UE pozwoli na złagodzenie deficytu w gospodarce nimi, jednak ogólnie można zakwalifikować surowce tantalu jako krytyczne dla UE w długim horyzoncie czasowym.

Wolfram jest nietrafnym przykładem surowca krytycznego dla UE, bowiem w wielu krajach członkowskich znane są i to niemałe złoża rud wolframu – m.in. w Austrii, Portugalii, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, Francji. Ponadto zużycie surowców wolframu – po znacznym spadku wskutek utrzymującego się od dłuższego czasu rozbrojenia, a także wycofywania drutu wolframowego ze sprzętu oświetleniowego – ustabilizowało się w krajach UE na poziomie 5–7 tys. t W/rok. Wykorzystywany jest głównie do produkcji węgla wolframu oraz stali specjalistycznych, osłon termicznych, elementów grzewczych w piecach przemysłowych etc. Problem rozwiązania podaży jego surowców pierwotnych i wstępnie przetworzonych na odpowiednim poziomie w krajach UE leży w zagadnieniach prawno-formalnych, kosztowych i organizacyjnych. W Polsce surowce wolframu są deficytowe i zapewne takie pozostaną przez najbliższe lata pomimo rozpoznania w okolicach Myszkowa złoża typu porfirowego z ubogimi rudami Cu-Mo-W.

Platynowce pozyskiwane są w wielu krajach UE w hutach miedzi oraz niklu, przetwarzających własne koncentraty lub importowane. Są także pozyskiwane ze złomów katalizatorów lub jubilerskich. Podobnie rzecz się ma w Polsce, gdzie Wydział Metali Szlachetnych huty Głogów KGHM Polska Miedź SA produkuje pierwotne platynowce ze szlamów po rafinacji miedzi, srebra, selenu oraz złota. Innym producentem platynowców jest Mennica Państwowa, bazująca w dużej części na złomach. Wykazywana produkcja platynowców w krajach UE (oprócz Polski – także Finlandia i Niemcy) nie zaspakaja zapotrzebowania krajów UE. Stąd surowce te są deficytowe ale nie krytyczne dla gospodarki UE, tym bardziej, że trudny do ustalenia jest poziom ich pozyskiwania ze złomów jubilerskich oraz katalizatorów, odgrywających obecnie istotną rolę w podaży.

Metale ziem rzadkich (pierwiastki ziem rzadkich) jest to zwyczajowo przyjęty termin określający rodzinę pierwiastków chemicznych, w skład której wchodzi 15 lantanowców (cer, prazeodym, neodym, promet, samar, europ, gadolin, terb, dysproz, holm, erb, tul, iterb i lutet) oraz skand i itr. Najczęściej występują w formie węglanów, tlenków, fosforanów i krzemianów.

Metale ziem rzadkich praktyczne zastosowanie znalazły m.in. w przemyśle szklarskim (cer), stalowym (cer), chemicznym do produkcji klisz rentgenowskich i katalizatorów do redukcji spalin (lantan), elektronicznym (europ, gadolin, erb), w przemyśle wysokoenergetycznych materiałów magnetycznych (samar i neodzm). Ponadto są one używane w przemyśle motoryzacyjnym (baterie i katalizatory), w przemyśle samolotowym i rakietowym (części silników), w diagnostyce medycznej, przemyśle zbrojeniowym (radary, lasery, etc).

Rzadkość występowania tych metali jest tylko pozorna, ponieważ występują one praktycznie wszędzie, ale przeważają ich niskie koncentracje w przyrodzie. Złóża tych kopalin występują przede wszystkim poza Europą, a duży potencjał złożowy – w większości nie zbadany – znajduje się w licznych krajach afrykańskich. Obecnie Chiny kontrolują około 57% udokumentowanych zasobów metali ziem rzadkich oraz około 97% rynku metali ziem rzadkich i stara się utrudnić eksport tych surowców. Przykładowo, w 2010 r. Chiny ograniczyły eksport metali ziem rzadkich o 40% w stosunku do poprzedniego roku. Nastąpił wtedy czterokrotny wzrost cen. Surowce te, poza niedużymi jak na razie możliwościami pozyskiwania ich ze źródeł wtórnych, są i pozostaną surowcami krytycznymi dla gospodarek krajów UE.

Wśród 14 surowców deficytowych znajdują się dwa niemetaliczne – **fluoryt** i **grafit**. Pierwszy od dłuższego czasu traci na znaczeniu ze względu na ujemne oddziaływanie na warstwę ozonową oraz zagrożenie zdrowia i życia ludzi. W Polsce zużywany jest w niewielkich ilościach, zwłaszcza po zamknięciu elektrolizy aluminium w hucie Konin. W złożach fluoryt współwystępuje z barytem w nieczynnej kopalni w Stanisławowie koło Jawora. Słabo wykorzystywanym źródłem fluoru w Polsce są importowane fosforyty przerabiane na kwas fosforowy i nawozy fosforowe. Pozyskuje się z nich **kryolit syntetyczny** i inne związki fluoru na niewielką skalę, m.in. w ZCh Tarnobrzeg. W krajach UE znanych jest wiele złóż fluorytu, m.in. we Francji, Hiszpanii, Niemczech, Wielkiej Brytanii i innych, niemniej zapotrzebowanie na ten surowiec stale maleje z przyczyn wspomnianych wcześniej. Wskutek tego surowiec ten nie jest krytyczny dla krajów UE, także w dalszej przyszłości.

Z kolei **grafit** jest jedną z dwu odmian polimorficznych pierwiastka węgla (drugą jest diament). Jest dobrym przewodnikiem ciepła i elektryczności, odporny chemicznie i ter-

micznie, stąd stosowany jest głównie w przemyśle materiałów ogniotrwałych i produkcji okładzin hamulcowych i smarów oraz odlewnictwie. Ma znane substytuty syntetyczne produkowane z węgla, m.in. w dwóch zakładach w Nowym Sączu i Raciborzu należących do SGL Carbon, które w znacznej mierze zastępują grafit naturalny stosowany m.in. w produkcji elektrod grafitowych, odlewnictwie i produkcji tygli (Minerals Yearbook... 2010). Ale istnieją dziedziny użytkowania, m.in. elektronika, gdzie stosowany jest **grafit naturalny** od wielu lat importowany do Polski. W krajach UE znanych jest wiele złóż grafitu, głównie amorficznego m.in. w Austrii, Czechach, Niemczech, Francji, Grecji, Hiszpanii i innych. Liczne z nich były swego czasu eksploatowane. Dla ich ponownego uruchomienia potrzebne są nowe rozwiązania organizacyjne, prawno-formalne i ekonomiczne, aby mogły być konkurencyjne dla grafitów chińskich, indyjskich czy brazylijskich. Kraje UE, a także inne europejskie (poza Ukrainą) pozbawione są złóż grafitu grubokrystalicznego i krystalicznego, stąd tylko w tym zakresie jest to surowiec krytyczny dla gospodarki krajów UE.

3. Jakie surowce są krytyczne dla krajów UE

Na około 110 surowców mineralnych funkcjonujących w gospodarce światowej (Bilans Gospodarki... 2011), czternaście wyróżniono jako krytyczne dla gospodarki krajów UE, choć jak wykazała niniejsza analiza, termin ten można przyporządkować jedynie do trzech spośród nich – metali ziem rzadkich (i ich związków) oraz niobu i tantalum. Pozostałe jedenaście to surowce tylko w różnym stopniu deficytowe, nawet w długim horyzoncie czasowym, sięgającym poza rok 2030.

Z pozostałych około 95 surowców mineralnych istotne znaczenie dla gospodarki krajów UE mają surowce hutnictwa żelaza i stalownictwa, działów bardzo rozwiniętych w tych krajach. Pomimo dużego udziału złomów w produkcji stali i wyrobów stalowych, nadal połowa pochodzi z produkcji pierwotnej z rud żelaza, których złoża w krajach UE występują i są eksploatowane tylko w Szwecji i Finlandii, a pozostałe kraje są pozbawione złóż wysokojakościowych rud Fe, które dla potrzeb europejskiego hutnictwa i stalownictwa sprowadzane są niemal z całego świata. W Europie takimi złożami dysponują jedynie Ukraina i Rosja. Wskutek tego rudy Fe są i pozostaną niemal w pełni deficytowe, a nawet częściowo krytyczne dla gospodarek krajów UE. Podobnie rzecz się ma z wieloma surowcami metalicznymi, użytkowymi w stalownictwie, takimi jak: chrom, mangan, molibden, wanad, nikiel. Złoża tych rud sporadycznie występują w obszarze krajów UE, np. niewielkie złoża rud Mn w Rumunii, Grecji i na Węgrzech, ubogie złoża porfirowe rud Cu z domieszką Mo w Rumunii, Bułgarii, Węgrzech i w Polsce (gdzie jednak nie są do tej pory przedmiotem eksploatacji). Złoża rud Cr praktycznie znane są tylko w Finlandii, złoża rud Ni w Hiszpanii, Grecji, Finlandii. Ubocznie pozyskiwany jest siarczan niklu przy przetwarzaniu rud Cu w Polsce. Natomiast brak jest produkcji wanadonośnych rud Fe. A zatem wszystkie te surowce pierwotne (rudę, koncentraty) można uznać za deficytowe, a częściowo nawet za krytyczne dla UE. Inaczej ma się rzecz z ich surowcami przetworzonymi, produkowanymi w krajach UE, jednak tendencja do lokowania zakładów produkcji żelazostopów w pobliżu kopalni ze względów energetycznych, środowiskowych i transportowych powoduje, że żelazochromy, żelazomangany, żelazonikle oraz pozostałe żelazostopy w najbliższej przyszłości staną się surowcami w pełni deficytowymi i krytycznymi dla większości krajów UE.

Wyspecjalizowane zakłady produkcji manganu metalicznego, tlenków manganu, molibdenu, wanadu i innych będą nadal funkcjonowały na bazie importowanych surowców pierwotnych, których ilościowo nie potrzebują zbyt wiele.

Analogiczna sytuacja panuje na rynku surowców pierwotnych tytanu, których złoża występują praktycznie tylko w Finlandii i Norwegii, a nieeksploatowane złoża rutylu w skałach metamorficznych we Włoszech i Austrii. Surowce te w około 90% wykorzystywane są do produkcji bieli tytanowej, której wytwórnie zlokalizowane są niemal we wszystkich krajach UE. W tym zakresie są to surowce krytyczne.

Dla metali podstawowych (miedź, cynk, ołów, cyna, aluminium, a także bizmut) kraje UE posiadają ograniczoną bazę złożowo-zasobową, ale zapewniającą ponad połowę zapotrzebowania rozwiniętego w UE hutnictwa tych metali. Wyjątkiem jest cyna, której rudy wydobywane są tylko w Portugalii, a słabo rozpoznane złoża znane są z Wielkiej Brytanii, Francji, Czech. W przypadku tych metali, może poza cynkiem, bardzo dobrze rozwinięte jest w krajach UE ich pozyskiwanie ze złomów nowych i starych oraz z odpadów. A zatem ta grupa surowców metalicznych pozostanie tylko częściowo deficytowa dla gospodarek krajów UE, także w dalszej przyszłości.

Wśród szerokiej gamy surowców niemetalicznych za krytyczne dla krajów UE należy uznać fosforyty i apatyty, wśród których tylko te ostatnie eksploatuje się w niewielkiej skali w Finlandii. Kraje UE pozbawione są dobrej jakości złóż fosforytów, które z kolei tworzą ogromne złoża w regionie śródziemnomorskim (Afryka Północna, Bliski Wschód). W przemyśle chemicznym nawozów fosforowych i wieloskładnikowych zaznacza się też nowa tendencja lokowania zakładów przetwórczych fosforytów w pobliżu ich kopalni, co powinno zaowocować wspólnymi przedsięwzięciami krajów UE w krajach północnej Afryki oraz Bliskiego Wschodu.

Innymi surowcami niemetalicznymi, które należałoby zaliczyć do deficytowych lub nawet krytycznych dla gospodarki UE, są surowce litu (znane jedynie małe złoża w Portugalii i Hiszpanii), a także pirofyllit, wermikulit i wollastonit (brak źródeł w UE).

Podsumowanie

1. Przeprowadzona na bazie wiedzy o surowcach mineralnych *sensu largo* analiza wykazała, że spośród wyróżnionych 14 surowców krytycznych tylko trzy z nich zasługują na to miano, a mianowicie metale i związki ziem rzadkich oraz niob i tantal.
2. Wstępna analiza pozostałych surowców mineralnych wykazała, że krytycznymi dla krajów UE są przede wszystkim takie surowce jak rudy żelaza, mangan, chrom, wanad, molibden, nikiel oraz fosforyty i apatyty, wermikulit, wollastonit, pirofyllit i surowce litu.
3. Istnieje pilna potrzeba powołania grupy roboczej ds. surowców mineralnych, obowiązkowej dla wszystkich krajów UE, z zaproszeniem przedstawicieli pozostałych krajów europejskich, a także USA, Kanady, RPA, Australii, Chin. Wzorem dla funkcjonowania takiej grupy może być nieformalna *International Consultative Group of Non-ferrous Metals Statistics*, organizująca coroczne spotkania dla potrzeb statystyki, głównie metali, w pracach której udział biorą przedstawiciele instytutów badawczych z Wielkiej Brytanii, Francji, USA, Kanady, Niemiec, Polski i innych. W licznych krajach UE, jak np.

Wielka Brytania, Francja, Austria, Polska, Czechy, Słowacja, od wielu lat sprawnie funkcjonują zespoły przygotowujące i wydające roczniki surowcowe (Minerals Yearbook), na bazie doświadczenia których można sprawnie i szybko opracować Minerals Yearbook of UE lub Minerals Yearbook of Europe.

Literatura

- Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. Raw Materials Supply Group, Brussels, June 2010.
- Bilans Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polski i Świata 2009. Praca pod red. T. Smakowskiego, R. Neya i K. Galosa. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2011.
- Minerals Yearbook of Poland 2009. Praca pod red. T. Smakowskiego, R. Neya i K. Galosa. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2010.