

Surowce kluczowe, strategiczne i krytyczne dla polskiej gospodarki

Barbara Radwanek-Bąk¹, Krzysztof Galos², Marek Nieć²



B. Radwanek-
-Bąk



K. Galos



M. Nieć

Pivotal, strategic and critical mineral raw materials for the Polish economy. *Prz. Geol.*, 66: 153–159.

Abstract. Comprehensive and harmonious economic development of each country depends on the availability of raw materials, in particular mineral deposits, necessary for the functioning of the various industries that produce the substances and equipment required to meet the needs of the population, and for the efficient operation of agriculture and transport. The identification of raw materials, which are important for the country, is the basis of mineral policy and strategy. Diverse conditions of production of mineral raw materials result in their division into groups of different importance for the national economy. In Poland, three independent proposals for determining economically important mineral raw materials were

developed. Despite their intuitive, similar approaches, various raw materials were identified as pivotal, strategic and critical. We would like to clarify their definitions: Pivotal raw materials – essential for the proper functioning of the economy and satisfying the needs of the society, those whose supply must be assured; Strategic raw materials – not sufficiently (at least 90%) supplied from domestic sources, or whose opportunities for permanent supply are limited or threatened (including the raw materials necessary for the development of innovative technologies); Critical raw materials – those whose chance of gaining (from both primary and secondary sources) is of high risk and their substitutability is low (in particular raw materials on the EU Critical List). There are 27 pivotal raw materials, especially important for the Polish economy, which are distinguished by the importance of raw materials and the importance of the substitution of raw materials. The list of strategic raw materials counts 36 items and includes a number of pivotal raw materials, important for the economy but being deficient in Poland. Eighteen mineral raw materials were considered critical. Depending on the changing, widely understood market conditions, such lists should be reviewed and updated at least every 5 years.

Keywords: *Polish economic geology, pivotal raw material, strategic raw materials, critical minerals*

Harmonijny rozwój gospodarczy każdego kraju w dużej mierze zależy od dostępności surowców, w szczególności mineralnych, koniecznych do funkcjonowania różnych branż przemysłu wytwarzającego substancje i urządzenia niezbędne do zaspokajania potrzeb bytowych ludności, a także efektywnej działalności rolnictwa. Są to przede wszystkim surowce stanowiące rodzimą bazę zasobową, bowiem one w znacznym stopniu determinują rozwój głównych gałęzi przemysłu. Surowce występujące w nadmiarze w stosunku do zapotrzebowania krajowego mogą być przedmiotem działalności przemysłu wytwarzającego produkty przeznaczone na eksport. Ogromna różnorodność współcześnie wykorzystywanych surowców powoduje, że żaden kraj, również Polska, nie jest w pełni samowystarczalny. Konieczny jest zatem import surowców deficytowych, również tych o ważnym znaczeniu gospodarczym (Nieć i in., 2014).

Pierwotnym źródłem surowców mineralnych są złoża kopalni, ale współcześnie znaczną ich ilość pozyskuje się ze źródeł wtórnych: różnego rodzaju złomów oraz odpadów (poamortyzacyjnych, przemysłowych, komunalnych).

Zróżnicowanie uwarunkowań pozyskiwania surowców powoduje, że każdy kraj musi indywidualnie określać listę surowców mineralnych istotnych dla funkcjonowania jego gospodarki, zgodnie z własnymi priorytetami. W każdym przypadku identyfikacja surowców ważnych dla danego kraju stanowi podstawę polityki i strategii surowcowej (Nieć i in., 2014). Wymaga ona uprzedniego określenia

priorytetów gospodarczych państwa w długoletniej perspektywie czasowej, w szczególności planowania nowych pól działalności przemysłowej. Niezbędne do tego jest współdziałanie i wzajemne konsultacje resortów.

Celem niniejszej publikacji jest omówienie stosowanych podejść metodycznych dotyczących wyznaczania różnych grup surowców w Polsce oraz propozycja ich podziału porządkującego pewien chaos nazewniczy, jaki jest widoczny w coraz liczniejszej literaturze przedmiotu, w celu ułatwienia formułowania polityki surowcowej kraju i dyskusji na ten temat prowadzonej przez specjalistów reprezentujących różne dziedziny wiedzy i działalności gospodarczej.

PROBLEMY NAZEWNICTWA I KWALIFIKACJI SUROWCÓW KLUCZOWYCH, STRATEGICZNYCH I KRYTYCZNYCH

Różna dostępność surowców ze źródeł krajowych, możliwości ich pozyskiwania drogą importu oraz zróżnicowane znaczenie dla zaspokajania potrzeb powoduje celowość ich podziału na grupy o zróżnicowanej roli dla gospodarki krajowej. W szczególności dąży się do wyróżniania takich, które mają dla niej podstawowe znaczenie. Można do nich zaliczyć surowce warunkujące funkcjonowanie zaawansowanego przetwórstwa przemysłowego, jak ma to miejsce np. w Niemczech oraz Wielkiej Brytanii, przy czym większość wskazanych surowców stanowią

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

² Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, ul. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków; kgalos@min-pan.krakow.pl; niecm@wp.eu.

surowce deficytowe sprowadzane w dużej części spoza Unii Europejskiej (UE). Inne podejście reprezentują takie kraje jak: Grecja, Portugalia, a częściowo także Finlandia. Zaliczają one do nich przede wszystkim surowce, których produkcja jest możliwa w danym kraju, na bazie własnych złóż kopalin.

W różnych krajach dla takich surowców, w celu ich wyróżnienia, stosuje się rozmaite nazwy: istotne, główne, wiodące, najważniejsze, a także strategiczne czy krytyczne, chociaż te dwa ostatnie terminy mają swoje węższe znaczenie (Radwanek-Bąk, 2016). W języku polskim mamy dobre określenie – surowce kluczowe, niezbędne do prawidłowego funkcjonowania gospodarki i zaspokojenia potrzeb społeczeństwa. Zaliczyć do nich należy zarówno te surowce, których krajowa baza zasobowa jest duża i które dzięki jej wykorzystaniu stanowią o rozwoju górnictwa, przetwórstwa i wielu gałęzi przemysłu (przeznaczone na potrzeby krajowe i eksport), jak i niektóre surowce deficytowe niezbędne do funkcjonowania gospodarki krajowej oraz zapewnienia jej konkurencyjności na rynkach światowych, np. przez rozwój nowych technologii (Radwanek-Bąk, 2016). Szcupłość bazy zasobowej i trudności pozyskiwania niektórych surowców powodują, że zwraca się na nie szczególną uwagę, określając je jako „krytyczne”. Ze względu na wagę problemu, wynikającą z konieczności zagwarantowania bezpieczeństwa surowcowego kraju w sytuacji malejącej dostępności złóż oraz narastającego uzależnienia surowcowego krajów Europy, podjęto działania dla skonstruowania takiej listy w skali całej UE, przy czym jest ona stale aktualizowana

Stosowane różne podziały surowców i nazewnictwo wyróżnianych grup jako kluczowych, strategicznych, krytycznych, deficytowych jest źródłem dyskusji nad wzajemnymi powiązaniem tych terminów (Smakowski, 2011; Galos, Smakowski, 2014; Radwanek-Bąk, 2014; Sermet, Auguścik, 2015) oraz zmienności typowania odpowiednich grup surowców w czasie, zależnie od uwarunkowań rynkowych, geopolitycznych i technologicznych.

STOSOWANE METODY I KRYTERIA WYDZIELANIA SUROWCÓW KLUCZOWYCH DLA POLSKIEJ GOSPODARKI

W Polsce podejmowano próby kwalifikacji surowców kluczowych dla gospodarki (Galos, Smakowski, 2014; Kulczycka, 2016; Radwanek-Bąk, 2016), które były pośrednio odpowiedzią na podobne działania podejmowane w innych krajach UE, a bezpośrednio związane z przygotowaniem materiałów niezbędnych do opracowania założeń Polityki Surowcowej Państwa (PSP). Listy autorskie proponowane przez wymienione zespoły były w pewnym stopniu zbieżne ze sobą, ale wykazywały również różnice, wynikające głównie z przyjętych założeń.

Opracowano trzy niezależne propozycje wyznaczania surowców kluczowych dla polskiej gospodarki. Pierwszą była propozycja Galosa i Smakowskiego (2014), podjęta w związku z zainicjowaniem w 2013 r. działań Ministerstwa Gospodarki, które dotyczyły opracowania „Planu działania na rzecz bezpieczeństwa Polski w zakresie surowców nieenergetycznych”. Przyjęta przez ww. autorów metodyka nawiązywała do metod stosowanych w niektórych krajach UE, przy uwzględnieniu krajowej specyfiki i uwarunkowań. Wobec faktu, że Polska jest ważnym producentem surowców mineralnych kierowanych zarówno na rynek krajowy, jak i międzynarodowy (w tym unijny), oraz istot-

nym w skali UE użytkownikiem szerokiej gamy surowców mineralnych, powinna ona uwzględniać dwa aspekty:

- wielkość podaży ze źródeł krajowych,
- poziom zużycia, wskazujący na ich znaczenie w krajowej gospodarce.

Przyjęto założenie, że analizy mają dotyczyć nie tylko surowców nieenergetycznych, ale także energetycznych. W związku z tym w badaniach uwzględniono ponad 100 surowców mineralnych i ich grup. Przeanalizowano dane za lata 2008–2012, dotyczące wartości produkcji krajowej, importu, eksportu, co stało się podstawą do oszacowania wartości zużycia poszczególnych surowców w gospodarce krajowej w tym okresie. W toku analiz oszacowano udział wartości produkcji surowców w łącznej wartości produkcji przemysłu, co pozwoliło na wstępną identyfikację grupy surowców kluczowych ze względu na znaczące źródła i podaż krajową. Oceniono też udział zużytych surowców w łącznej wartości zużycia pośredniego w przemyśle oraz budownictwie, co z kolei pozwala na wstępną identyfikację grupy surowców kluczowych ze względu na istotny poziom zużycia w gospodarce krajowej.

Zestawiając proponowaną listę, jej autorzy zawężili ją do surowców o znaczeniu ogólnokrajowym. Pewne grupy surowców (kruszywa mineralne, kamienie budowlane, ily ceramiczne), które wg zaproponowanych kryteriów powinny się na niej znaleźć, usunięto ze względu na wiodące znaczenie regionalne. Surowce z tych grup mogą zatem mieć kluczowe znaczenie w skali danego regionu, natomiast nie uznano ich za kluczowe dla całej gospodarki (choć znaczenia takiego nie można odmówić np. kruszywom mineralnym, zwłaszcza żwirom dla budownictwa, czy też kruszywom łamawym ze skał magmowych i metamorficznych). Przedstawiona w efekcie analiz lista zawierała 19 surowców (tab. 1) i i była zestawieniem wstępnym.

Kolejną propozycję listy surowców kluczowych dla polskiej gospodarki opracowano w 2015 r. w IGSMiE PAN, na zlecenie Ministerstwa Gospodarki (Kulczycka, 2016). Surowce kluczowe wydzielono zgodnie z definicją zaproponowaną przez zlecającą, wg której surowce kluczowe to takie, które spełniają jednocześnie dwa kryteria:

- są niezbędne do rozwoju polskiego przemysłu zarówno w perspektywie krótkoterminowej (w szczególności do rozwoju działów przemysłu wytwarzających produkty o najwyższej wartości dodanej oraz największej dynamice wzrostu), jak i perspektywie długoterminowej do 2020 r.), ze szczególnym uwzględnieniem działów przemysłu mających wysoki potencjał innowacji;
- zapewnienie dostępu do nich wiąże się z ryzykiem (np. w kontekście wielkości i możliwości eksploatacji rodzimych złóż, importu, substytucji).

Uwzględniono jedynie surowce nieenergetyczne, analizując dane szczegółowe z lat 2005–2014. Zgodnie z przyjętą metodyką w pierwszej kolejności, za pomocą rangowania, dokonano identyfikacji działów i grup przemysłu, które w znacznych ilościach zużywają nieenergetyczne surowce mineralne i mają istotne znaczenie dla rozwoju gospodarki, wyodrębniając następnie poszczególne surowce. Stosowano kryteria ekonomiczne, np. udziału w tworzeniu wartości dodanej brutto, produkcji sprzedanej, wysokości poniesionych nakładów inwestycyjnych, dynamikę wzrostu wartości dodanej, a także tzw. wskaźniki innowacyjności. Przeprowadzono również

Tab. 1. Propozycje list surowców kluczowych dla polskiej gospodarki (objaśnienia w tekście)
Table 1. Proposals of pivotal raw materials for the Polish economy (explanations the text)

Radwanek-Bąk, 2016	Galos, Smakowski, 2014	Kulczycka, 2016
Surowce energetyczne / Mineral fuels		
Nie rozpatrywane <i>Not taken into account</i>	gaz ziemny / <i>natural gas</i>	nie rozpatrywane <i>not taken into account</i>
	ropa naftowa / <i>crude oil</i>	
	węgiel brunatny / <i>lignite</i>	
	węgiel kamienny / <i>bituminous coal</i>	
Surowce metaliczne / Metals		
Aluminium metaliczne / <i>Aluminium metal</i>	aluminium metaliczne / <i>aluminium metal</i>	aluminium metaliczne / <i>aluminium metal</i>
Surowce antymonu (metal, tlenki) <i>Antimony metal, oxides</i>	antymon metaliczny i tlenki <i>antimony metal, oxides</i>	antymon metaliczny i tlenki <i>antimony metal, oxides</i>
Beryl / <i>Beryllium</i>		bismut metaliczny / <i>bismuth metal</i>
Bor / <i>Boron</i>		
Chrom metaliczny / <i>Chromium metal</i>		
		cyna metaliczna / <i>tin metal</i>
Surowce cynku (koncentraty, metal) <i>Zinc: concentrates, metal</i>	surowce cynku <i>zinc: metal, concentrates</i>	cynk metaliczny / <i>zinc metal</i>
German / <i>Germanium</i>		germanu tlenki / <i>germanium oxides</i>
Ind / <i>Indium</i>		
Surowce kobaltu (metal, tlenki) <i>Cobalt: metal, oxides</i>		kobalt metaliczny i związki kobaltu <i>cobalt: metal, compounds</i>
Krzem metaliczny / <i>Silicon metal</i>		krzem metaliczny / <i>silicon metal</i>
Magnez metaliczny / <i>Magnesium metal</i>		magnez metaliczny / <i>magnesium metal</i>
		surowce manganu (metal, tlenek) <i>manganese metal, oxide</i>
Surowce miedzi (koncentraty, metal) <i>Copper: concentrates, metal</i>	surowce miedzi / <i>copper</i>	
Niob / <i>Niobium</i>		żelazostopy niobu (żelazoniob) <i>niobium ferroalloys</i>
Surowce ołowiu (koncentraty, metal) <i>Lead: concentrates, metal</i>	surowce ołowiu / <i>lead</i>	
		pierwiastki ziem rzadkich, skand i itr – metale i związki <i>rare earth elements, scandium, yttrium – metal and compounds</i>
Platynowce (PGM) <i>Platinum Group Metals (PGM)</i>		platynowce (PGM) <i>Platinum Group Metals (PGM)</i>
	srebro / <i>silver</i>	
		tellur / <i>tellurium</i>
		tytan metaliczny / <i>titanium metal</i>
Rudy żelaza i koncentraty <i>Iron ores and concentrates</i>	rudy żelaza i koncentraty <i>iron ores and concentrates</i>	rudy żelaza i koncentraty <i>iron ores and concentrates</i>
	żelazostopy / <i>ferroalloys</i>	manganowe żelazostopy (żelazomangan) <i>manganese ferroalloys</i>
Surowce niemetaliczne / Non-metallic mineral commodities		
Boksyty i alumina / <i>Bauxite and alumina</i>	tlenki i wodorotlenki glinu <i>aluminium oxides and hydroxides</i>	
Bursztyn / <i>Amber</i>		
Dolomity przemysłowe / <i>Dolomites</i>		
		fluoryty / <i>fluorite</i>
Fosforyty / <i>Phosphate rocks</i>	fosforyty i apatyty <i>phosphate rocks and apatite</i>	fosforyty / <i>phosphate rocks</i>
Grafit / <i>Graphite</i>		
		surowce jodu / <i>iodine</i>
Kamienie łamane i bloczne <i>Dimension and crushed stones</i>		
Kwarc i kwarcyty ogniotrwale <i>Quarz and refractory quartzite</i>		
		surowce litu / <i>lithium</i>
Magnezyt / <i>Magnesite</i>		magnezyt (surowy, kalcynowany, prażony i topiony) <i>magnesite (crude, calcined, roasted, melted)</i>
Piaski i żwiry / <i>Natural aggregates</i>		
	siarka / <i>sulphur</i>	
	sole potasowe / <i>potassium salts</i>	sole potasowe / <i>potassium salts</i>
Sól kamienna / <i>Rock salt</i>	sól / <i>rock salt</i>	
		talk / <i>talc</i>
Wapień przemysłowe <i>Industrial limestones</i>	wapienny kamień / <i>limestone</i>	

badania ankietowe przedsiębiorców, dotyczące wielkości zużycia poszczególnych nieenergetycznych surowców mineralnych, oraz analizę cyklu życia (LCA – *Life Cycle Assessment*) dla wybranych wyrobów. W ten sposób skonstruowano wstępną listę kilkudziesięciu surowców, które następnie badano i rangowano, przyjmując następujące kryteria:

- główne kierunki użytkowania;
- wielkość zużycia;
- istotność dla rozwoju gospodarki mierzona przez średnią roczną wartość zużycia w Polsce w latach 2005, 2010 i 2014;
- trend rozwoju zużycia w Polsce, dostępność surowców możliwych do pozyskania ze źródeł krajowych (poprzez wskaźnik wystarczalności zasobów);
- możliwości recyklingu i substytucji.

W efekcie, po uwzględnieniu opinii ekspertów, jako kluczowe wskazano 25 surowców (tab. 1). Przyjęte na wstępie założenia spowodowały zdominowanie tej listy przez surowce deficytowe w Polsce, używane w niewielkiej skali, ale niezbędne dla rozwoju innowacyjnych technologii, a pominięcie surowców ważnych dla gospodarki, ale dostępnych w perspektywie roku 2020 (np. rudy Cu).

Niezależnie identyfikację surowców kluczowych dla polskiej gospodarki prowadzono w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB), pod kierunkiem B. Radwanek-Bąk, w ramach tematu zleconego przez NFOŚiGW i Ministerstwo Środowiska. Zaproponowana przez ten zespół metodyka identyfikacji surowców kluczowych była zbliżona do przyjętych standardów tego typu ocen wykonywanych w krajach UE, stanowiła kompleksową analizę geologiczno-gospodarczą. Miała ona charakter wielokryterialnej oceny z zastosowaniem prostej metody bonitacyjnej. Przeanalizowano kilkadziesiąt nieenergetycznych surowców mineralnych ujętych w krajowym bilansie zasobów złóż kopalin (Bilans zasobów..., 2016), dzieląc je na 3 grupy, zależnie od potencjału krajowych zasobów kopalin. Do grupy A zaliczono kopaliny będące przedmiotem eksploatacji i których bilansowe zasoby zostały udokumentowane w krajowych złożach, a ponadto posiadają rezerwy zasobowe. Grupa B to kopaliny obecnie z różnych względów nie wykorzystywane, dla których istnieją jednak krajowe rezerwy surowcowe. Natomiast do grupy C zalicza się surowce w pełni deficytowe, dla których brak jest krajowych perspektyw surowcowych. Analizy wykonywano na podstawie danych dotyczących 15-letniego okresu, tj. od roku 2000, co umożliwiło ocenę trendów: produkcji i zapotrzebowania w wieloletniej perspektywie czasowej i wyeliminowanie ewentualnych krótkookresowych zmian. Przyjęto następujące szczegółowe kryteria oceny:

- potencjał zasobowy kraju (udokumentowane złoża kopalin i obszary perspektywiczne oraz prognostyczne);
- możliwości wykorzystania surowców wtórnych i odpadowych; średnia wielkość rocznego zużycia poszczególnych surowców;
- tendencje zużycia w perspektywie roku 2030 w odniesieniu do zużycia krajowego i tendencji światowych;
- krytyczność surowców wg klasyfikacji UE z 2014 r. (Komunikat, 2014).

Kryteria podzielono na dwa moduły. Pierwszy, reprezentujący element popytu, związany z jego średnim poziomem zużycia w kraju oraz jego prognozowanymi tendencjami, przynależnością do grupy surowców krytycz-

nych oraz możliwością substytucji. Drugi – związany z podażą (dostępność zasobów kopalin ze złóż udokumentowanych, rezerwy zasobowe, recykling, tj. podaż ze źródeł wtórnych), a następnie zsumowano punkty odpowiadające poszczególnym kryteriom w obu modułach. Proponowana lista 25 surowców (tab. 1) jest zbilansowana, reprezentuje wszystkie wyróżnione wcześniej aspekty znaczenia gospodarczego surowców w Polsce.

Przedstawione listy różnią się zarówno w wyniku przyjętych założeń wyjściowych, jak i zasad wyboru (tab. 1). We wszystkich analizach występują kryteria dotyczące podaży i popytu, chociaż sposoby ich szacowania i rangi są nieco inne. Mimo tego na wszystkich listach pojawiają się: aluminium metaliczne, surowce cynku, rudy i koncentraty żelaza, fosforyty, zaś na co najmniej dwóch pojawiają się: surowce antymonu, surowce kobaltu, germanu, krzemu, magnezu, miedzi, niobu, ołowiu, platynowce, żelazostopy, tlenki i wodorotlenki glinu, magnezyt, sole potasowe, sól kamienna, wapienie przemysłowe (kamień wapienny).

Specyfikacje przedstawione przez wymienione trzy zespoły (K. Galosa i T. Smakowskiego, J. Kulczyckiej oraz B. Radwanek-Bąk) wykazują wiele podobieństw, przy czym pierwsza z nich jest węższa, ponieważ (ze względu na ograniczony poziom zużycia) nie uwzględniono w niej surowców ważnych dla rozwoju innowacyjnej gospodarki, a także wykluczono kilka ważnych surowców niemetalicznych, mających znaczenie głównie na rynku wewnątrz-krajowym (kamienie łamane i bloczne, dolomity przemysłowe, piaski i żwiry). Analizy przeprowadzone przez zespoły kierowane przez J. Kulczycką oraz B. Radwanek-Bąk uwzględniały większą ilość kryteriów, a wśród nich również znaczenie dla rozwoju innowacyjnych technologii. Jednak założenia przyjęte przez grupę J. Kulczyckiej spowodowały jej zdominowanie przez to właśnie kryterium, wyłączając z rozważań surowce będące od dawna podstawą rozwoju naszego przemysłu (np. rudy Cu), zbliżając ją do listy surowców krytycznych, w rozumieniu tego terminu stosowanym w krajach UE. Lista zaproponowana przez zespół PIG-PIB, dzięki przyjęciu większej liczby kryteriów i ich starannym wyważeniu, jest szersza i bardziej kompleksowa.

Sposób rozumienia i podejścia metodycznego do wyznaczania takiego zestawienia surowców kluczowych dla gospodarki kraju jest indywidualny, a otrzymane efekty dyskusyjne. Jeszcze większe rozbieżności występują przy porównaniu inwentarza surowców: kluczowych, strategicznych i krytycznych.

DEFINICJE I PROPOZYCJA LIST SUROWCÓW KLUCZOWYCH, STRATEGICZNYCH I KRYTYCZNYCH DLA POLSKIEJ GOSPODARKI

Definicje surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych są ze sobą częściowo zbieżne, ale interpretacja i zakres znaczeniowy są nieco zróżnicowane w krajach UE oraz poza nią (Radwanek-Bąk, 2016). Wszystkie jednak dotyczą surowców o ważnym znaczeniu dla gospodarek poszczególnych krajów. We wszystkich klasyfikacjach przewija się również kryterium ważności dla rozwoju nowych technologii. Dla ułatwienia dalszych dyskusji zoptimalizowania jej efektów, autorzy proponują następujące rozumienie poszczególnych terminów, rozróżniając znaczenie każdy z nich.

Surowce kluczowe – to surowce o podstawowym znaczeniu dla prawidłowego funkcjonowania gospodarki

i zaspokojenia potrzeb bytowych społeczeństwa, a więc takie, których trwała podaż musi być zapewniona. Są to zarówno te, których krajowa baza zasobowa jest duża i której dzięki jej wykorzystaniu są podstawą działania przemysłu, jak i ważne surowce deficytowe.

Surowce strategiczne – to takie, które nie są w sposób wystarczający (min. w 90%) pozyskiwane ze źródeł krajowych lub których możliwości trwałego pozyskania z tych źródeł są ograniczone lub zagrożone, oraz inne surowce nie pozyskiwane w kraju (deficytowe), a niezbędne dla obronności kraju i bezpieczeństwa narodowego (w tym krajowej infrastruktury energetycznej), a w szczególności dla rozwoju innowacyjnych technologii.

Surowce krytyczne – to takie surowce kluczowe lub strategiczne, których możliwości pozyskania zarówno ze źródeł pierwotnych, jak i wtórnych, są obciążone albo dużym ryzykiem, albo istnieją bardzo duże trudności ich pozyskania, a możliwości ich substytucji są niewielkie. Są to w szczególności surowce znajdujące się na liście surowców krytycznych dla UE (antymon, beryl, borany, kobalt, fluoryt, gal, german, ind, magnez, grafit, niob, fosforyty, platynowce, metale ciężkie i lekkie z grupy ziem rzadkich, krzem, wolfram oraz dodane w 2017 r. (Communication..., 2017): baryt, bizmut, fosfor, hafn, hel, skand, tantal i wanad)³. Można do nich zaliczyć także takie, które mimo występowania w dużej ilości są niemożliwe do pozyskania np. z powodu uwarunkowań planistycznych, protestów społecznych itp. Na gruncie polskim przykładem może być

siarka kopalna, nieodzowna dla niektórych procesów chemicznych, oraz surowce cynku – ze względu na wyczerpanie zasobów złóż eksploatowanych

Przedstawiona wyżej klasyfikacja surowców stwarza możliwość lepszego, klarownego wyróżnienia poszczególnych ich grup. Poniżej przedstawiono proponowaną przez autorów ekspercką listę surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych dla polskiej gospodarki (tab. 2). Pojęcia: surowce kluczowe, strategiczne i krytyczne tworzą zbiory wzajemnie zalegające się (ryc. 1).

Przedstawione listy są wynikiem analiz prowadzonych w odniesieniu do aktualnej sytuacji rynkowej wraz z uwzględnieniem prognozy krótkoterminowej. Nie należy więc uważać ich za stałe. Proponowane zestawienie surowców kluczowych liczy 27 surowców szczególnie ważnych dla polskiej gospodarki. Obok głównych surowców energetycznych, metalicznych, chemicznych i skalnych znalazły się na niej również bursztyny (kamienie półszlachetne). Artystyczne wyroby i biżuteria z bursztynem stanowią od wieków polską specjalność znaną na całym świecie (Szałałek, 2016; Kosmowska-Ceramowicz i in., 2016). Lista surowców strategicznych (w rozumieniu przyjętej definicji) jest szersza i liczy 36 pozycji. Strategicznymi jest wiele surowców kluczowych, w szczególności ważne dla gospodarki surowce deficytowe zarówno te zużywane w dużej ilości, jak i te, na które popyt będzie wzrastał w przyszłości wraz z rozwojem nowych technologii. Lista surowców krytycznych nawiązuje bezpośrednio do listy europejskiej

Tab. 2. Propozycja eksperckiej listy surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych dla polskiej gospodarki
Table 2. Proposal of an expert list of pivotal, strategic and critical raw materials for the Polish economy

Surowce kluczowe <i>Pivotal mineral commodities</i>	Surowce strategiczne <i>Strategic mineral commodities</i>	Surowce krytyczne <i>Critical mineral commodities</i>
Surowce energetyczne / Mineral fuels		
Gaz ziemny / <i>Natural gas</i>	gaz ziemny / <i>natural gas</i>	gaz ziemny / <i>natural gas</i>
Ropa naftowa / <i>Crude oil</i>	ropa naftowa / <i>crude oil</i>	ropa naftowa / <i>crude oil</i>
Węgiel brunatny / <i>Lignite</i>	węgiel brunatny / <i>lignite</i>	
Węgiel kamienny / <i>Hard coal</i>	surowce uranu* / <i>uranium*</i>	
Surowce metaliczne / Metals		
Aluminium metaliczne / <i>Aluminium metal</i>	aluminium metaliczne / <i>aluminium metal</i>	
	surowce antymonu (metal, tlenki) <i>antimony (metal, oxides)</i>	surowce antymonu (metal, tlenki) <i>antimony (metal, oxides)</i>
	beryl / <i>beryllium</i>	beryl / <i>beryllium</i>
	bizmut metaliczny / <i>bismuth metal</i>	
	bor metaliczny / <i>boron metal</i>	
Boksyty i alumina / <i>Bauxites and alumina</i>	boksyty i alumina / <i>bauxites and alumina</i>	
	chrom metaliczny / <i>chromium metal</i>	chrom metaliczny / <i>chromium metal</i>
	cyna metaliczna / <i>tin metal</i>	
Surowce cynku (koncentraty, metal) <i>Zinc: concentrates, metal</i>	surowce cynku (koncentraty, metal) <i>zinc: concentrates, metal</i>	surowce cynku (koncentraty, metal) <i>zinc: concentrates, metal</i>
	surowce germanu (metal, tlenki) <i>germanium: metal, oxides</i>	surowce germanu (metal, tlenki) <i>germanium: metal, oxides</i>
	ind / <i>indium</i>	ind / <i>indium</i>
	surowce kobaltu (metal, tlenki) <i>cobalt: metal, oxides</i>	surowce kobaltu (metal, tlenki) <i>cobalt: metal, oxides</i>
Krzem metaliczny / <i>Silicon metal</i>	krzem metaliczny / <i>silicon metal</i>	krzem metaliczny / <i>silicon metal</i>
	magnez metaliczny / <i>magnesium metal</i>	magnez metaliczny / <i>magnesium metal</i>
	surowce manganu (metal, tlenek) <i>manganese: metal, oxides</i>	

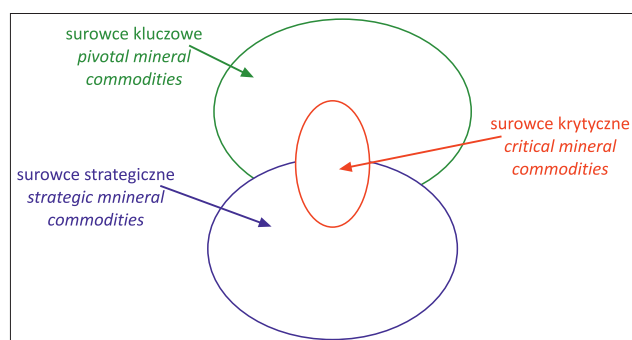
* – umieszczenie surowców uranu na liście surowców strategicznych powinno zależeć od kształtu docelowej Polityki Energetycznej Polski oraz udziału w niej (lub braku takiego udziału) energetyki jądrowej

* – *placing uranium on the list of strategic raw materials should depend on the shape of the target Energy Policy and the participation (or not) of nuclear energy in it.*

³ Na liście z 2017 r. nie ma dwóch surowców znajdujących się na poprzedniej liście: magnezyt i chrom.

Tab. 2. Propozycja eksperckiej listy surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych dla polskiej gospodarki (cd.)
Table 2. Proposal of an expert list of pivotal, strategic and critical raw materials for the Polish economy (cont.)

Surowce kluczowe <i>Pivotal mineral commodities</i>	Surowce strategiczne <i>Strategic mineral commodities</i>	Surowce krytyczne <i>Critical mineral commodities</i>
Surowce miedzi (koncentraty, metal) <i>Copper: concentrates, metal</i>		
	surowce niobu (metal, żelazoniob) <i>niobium: metal, ferroniobium</i>	surowce niobu (metal, żelazoniob) <i>niobium: metal, ferroniobium</i>
Surowce ołowiu (koncentraty, metal) <i>Lead: concentrates, metal</i>		
	piewiastki ziem rzadkich, skand i itr (metale i związki) <i>rare earth elements, scandium and yttrium – metals and compounds</i>	piewiastki ziem rzadkich, skand i itr (metale i związki) <i>rare earth elements, scandium and yttrium – metals and compounds</i>
	platynowce (PGM) <i>Platinum Group Metals (PGM)</i>	platynowce (PGM) <i>Platinum Group Metals (PGM)</i>
Srebro / <i>Silver</i>		
	tellur / <i>tellurium</i>	
	tytanu surowce / <i>titanium</i>	
Rudy żelaza i koncentraty <i>Iron ores and concentrates</i>	rudy żelaza i koncentraty <i>iron ores and concentrates</i>	
Żelazostopy / <i>Ferroalloys</i>	żelazostopy / <i>ferroalloys</i>	
Surowce niemetaliczne / <i>Non-metallic mineral commodities</i>		
Bursztyny / <i>Amber</i>	bursztyny / <i>amber</i>	
Dolomity przemysłowe <i>Dolomites</i>		
		fluoryty / <i>fluorite</i>
Fosforyty i apatyty <i>Phosphate rock and apatite</i>	fosforyty i apatyty <i>phosphate rock and apatite</i>	fosforyty i apatyty <i>phosphate rock and apatite</i>
	grafit / <i>graphite</i>	grafit / <i>graphite</i>
Iły kaolinowe (biało wypalające się i ogniotrwałe) <i>Kaolin, ball and refractory clays</i>		
	jodu surowce / <i>iodium</i>	
Kamienie łamane i boczne <i>Dimension and crushed stone</i>		
Kaoliny / <i>Kaolin</i>		
	kwarc krystaliczny i kwarcyty ogniotrwałe <i>quartz crystal and refractory quartzite</i>	
	surowce litu / <i>lithium</i>	
Magnezyt (surowy, kalcynowany, prażony i topiony) <i>Magnesite (crude, calcinated, roasted, melfed)</i>	magnezyt (surowy, kalcynowany, prażony i topiony) <i>magnesite (crude, calcinated, roasted, melfed)</i>	magnezyt (surowy, kalcynowany, prażony i topiony) <i>magnesite (crude, calcinated, roasted, melfed)</i>
Piaski i żwiry <i>Natural aggregates</i>		
Piaski szklarskie / <i>Glass sand</i>		
Siarka rodzima / <i>Native sulphur</i>		siarka kopalna / <i>mined sulphur</i>
Sole potasowe / <i>Potassium salts</i>	sole potasowe / <i>potassium salts</i>	
Sól kamienna / <i>Rock salt</i>		
Surowce skaleniowe / <i>Feldspar</i>		
	talk / <i>talc</i>	
Surowce węglanowe przemysłu cementowego i wapienniczego <i>Limestones for lime and cement industry</i>		



Ryc. 1. Wzajemne relacje wyróżnianych grup surowców
Fig. 1. Relationship of pivotal, strategic and critical mineral commodities

(Komunikat, 2014), którą zmodyfikowano odpowiednio do specyfiki polskiej.

Zależnie od zmieniających się, szeroko pojmowanych uwarunkowań rynkowych, zestawienia takie będą podlegać modyfikacjom. Dlatego też powinny być okresowo np. co 3–5 lat weryfikowane i aktualizowane. Tak dzieje się zresztą z listą surowców krytycznych dla gospodarki europejskiej, której pierwsza wersja powstała w 2011 r. (liczyła ona wtedy 14 surowców), kolejna w 2014 r. (20 surowców), a najnowsza ukazała się we wrześniu 2017 r. (liczy 27 surowców). W przypadku tej ostatniej weryfikacja dotyczy nie tylko zmieniających się uwarunkowań zewnętrznych gospodarki surowcami mineralnymi, ale również metodyki jej konstrukcji. Na konieczność okresowej aktualizacji list

wskazywali również Galos i Smakowski (2014) oraz Radwanek-Bąk (2016). Modyfikacje dotyczą inwentarza surowcowego każdej z przedstawionych specyfikacji, jak również „przechodzenia” surowców między nimi. Przykładowo, magnezyt, który znajduje się na wszystkich listach, został obecnie usunięty z listy surowców krytycznych dla UE, ze względu na obecność i możliwość podjęcia jego wydobycia na szerszą skalę ze złóż w Słowacji, Austrii czy Hiszpanii. Z listy surowców krytycznych oraz strategicznych może zostać w przyszłości usunięty grafit, ponieważ w coraz większym stopniu w najważniejszych zastosowaniach jest on zastępowany grafitem syntetycznym (Bilans gospodarki..., 2015). Natomiast w przyszłości, w miarę rozwoju nowych technologii, niektóre surowce będące obecnie w rejestrze surowców strategicznych mogą się znaleźć wśród kluczowych (np. lit, german, beryl).

PODSUMOWANIE

Określenie surowców ważnych dla rozwoju gospodarczego ma doniosłe znaczenie dla prowadzenia efektywnych działań zapewniających bezpieczeństwo surowcowe kraju i dostęp do surowców będących podstawą funkcjonowania głównych branż przemysłu. Proponowany podział i rozróżnienie surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych porządkuje pewien chaos nazewniczy i wskazuje na główne aspekty i kryteria takiego ich umiejscowienia. Natomiast proponowane listy ww. surowców pozwalają na rozpoczęcie wielokierunkowych działań w ramach realizacji strategii surowcowej państwa, w szczególności na (Radwanek-Bąk, 2016):

- efektywną ochronę złóż i obszarów złożowych (obszary perspektywiczne) w celu zagwarantowania ich dostępności dla gospodarczego wykorzystania w przyszłości;
- racjonalną gospodarkę zasobami kopalin poprzez odpowiednią politykę koncesyjną;
- ukierunkowanie i wspieranie badań geologicznych dla odnowienia lub zwiększenia krajowej bazy zasobowej;
- promowanie i rozwój polskich badań geologicznych oraz ekspansji wydobywczej poza granicami kraju;
- zapewnienie stabilnych dostaw surowców deficytowych z importu;
- wspieranie rozwoju nowoczesnych technologii eksploracji, wydobycia i przetwórstwa surowców pierwotnych;
- wspieranie rozwoju recyklingu i efektywnego odzysku surowców wtórnych i odpadowych.

Lista surowców kluczowych obejmuje zarówno surowce, których krajowa baza zasobowa jest duża i które dzięki jej wykorzystaniu są podstawą działania przemysłu (surowce miedzi, cynku i ołowiu, siarka, sól kamienna, dolomity przemysłowe, kamienie łamane i bloczne, piaski i żwiry, piaski szklarskie, surowce węglanowe przemysłu cementowego i wapienniczego), jak i ważne surowce deficytowe wykorzystywane na dużą skalę i niezbędne dla bezpieczeństwa energetycznego kraju (ropa naftowa, gaz ziemny), wiodących branż przemysłu (głównie surowce aluminium i żelaza, żelazostopy, ale także magnezyt, surowce skaleniowe, kaoliny oraz ility kaolinitowe) oraz rolnictwa (fosforyty, sole potasowe). Szerokie zestawienie

surowców strategicznych obejmuje surowce deficytowe ważne obecnie oraz niezbędne dla rozwoju innowacyjnych technologii i kreowania konkurencyjności naszej gospodarki w przyszłości. Natomiast wykaz surowców krytycznych dla gospodarki naszego kraju, nawiązujący do listy europejskiej, kładzie największy nacisk na ryzyko dostaw surowców związane z czynnikami geopolitycznymi.

W artykule zaproponowano ścisłe definicje pojęć surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych dla gospodarki krajowej, co miało na celu próbę uporządkowania pewnego chaosu terminologicznego. Natomiast zaproponowany w artykule skład list surowców kluczowych, strategicznych i krytycznych ma charakter wstępny. Został wykonany na podstawie wcześniejszych analiz oraz eksperckiej ocenie autorów. Precyzyjniejsze ich określenie powinno być jednak poprzedzone bardzo szczegółową analizą trendów rozwoju użytkowania poszczególnych surowców w gospodarce krajowej zarówno w ostatnich latach, jak i w przyszłości – w perspektywie co najmniej krótko- i średnioterminowej. Nawet jednak w takim przypadku listy te nie będą mieć stałego charakteru, zmieniając się zależnie od uwarunkowań rynkowych, geopolitycznych i technologicznych. Dlatego należy założyć, że należy je poddawać okresowej weryfikacji i aktualizacji, np. co 3–5 lat.

Autorzy serdecznie dziękują Recenzentom oraz Redakcji Przeglądu Geologicznego za wnikliwe i konstruktywne uwagi, które przyczyniły się do powstania ostatecznej wersji artykułu. Niniejsza publikacja jest częściowo wynikiem prac prowadzonych w ramach zadań PSG, finansowanych ze środków budżetowych (temat nr: 22.4105.1501.01.0).

LITERATURA

- BILANS gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2013. Wyd. PIG-PIB, 2015.
- BILANS zasobów złóż kopalin i wód podziemnych w Polsce. PSG, PIG-PIB, 2016.
- COMMUNICATION from the Commission to the European Parliament on the 2017 list of Critical Raw Materials for EU. COM (2017) 490, 13.09.2017. Bruksela.
- GALOS K., SMAKOWSKI T. 2014 – Wstępna propozycja metodyki identyfikacji surowców kluczowych dla polskiej gospodarki. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, 88: 59–79
- KOMUNIKAT Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów w sprawie przeglądu wykazu surowców krytycznych dla UE i wdrażania inicjatywy na rzecz surowców. COM (2014) 0297.
- KOSMOWSKA-CERAMOWICZ B., NIEĆ M., SZAMAŁEK K., GAZDA L. 2016 – Zamiast zakończenia. [W:] Gazda L. (red.), Lubelski bursztyn. Znaleźiska, geologia, złoża, perspektywy. PWSZ w Chełmie, Wyd. M, Kraków: 225–226.
- KULCZYCKA J. (red.) 2016 – Surowce kluczowe dla polskiej gospodarki. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- NIEĆ M., GALOS K., SZAMAŁEK K. 2014 – Main challenges of mineral resources policy of Poland. Res. Policy, 42: 93–103.
- RADWANNEK-BAK B. 2014 – Zasoby kopalin w Polsce w aspekcie oceny surowców krytycznych dla Unii Europejskiej. Gosp. Sur. Min., 27 (1): 5–19.
- RADWANNEK-BAK B. 2016 – Określenie surowców kluczowych dla polskiej gospodarki. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, 96: 241–254.
- SERMET E., AUGUŚCIK J. 2015 – Krytycznie o pojęciu surowców krytycznych i nie tylko. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, 91: 171–177.
- SMAKOWSKI T. 2011 – Surowce mineralne krytyczne czy deficytowe dla gospodarki Unii Europejskiej i Polski. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, 81: 59–68.
- SZAMAŁEK K. 2016 – Bursztyn jako surowiec strategiczny. [W:] Wyzwania polskiej geologii – 3. Polski Kongres Geologiczny. Wyd. PTG: 376–378.