

DOKUMENTOWANIE GEOLOGICZNE ZŁÓŻ KOPALIN W ŚWIELE WYMAGAŃ MIĘDZYNARODOWYCH I POLSKICH

INTERNATIONAL AND POLISH STANDARDS OF REPORTING RESOURCES AND RESERVES

Marek Nieć, Eugeniusz J. Sobczyk - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Stosowanie międzynarodowej standaryzacji dokumentowania złóż i klasyfikacji zasobów kopalin ujętych w kodeksie JORC wynika z wymagań, stawianych przez międzynarodowe instytucje finansowe. Szczególną uwagę zwraca się na zasoby wydobywalne, które traktowane są jako składnik aktywów przedsiębiorstw górniczych. Wymagania stawiane w Polsce dokumentacjom geologicznym złóż i zasady wyróżniania oraz podziału zasobów geologicznych bilansowych są prawie identyczne jak w kodeksie JORC. Zasadnicze różnice wynikają ze sposobu określania zasobów wydobywalnych i przeznaczenia informacji o nich oraz w odniesieniu do wymagań oceny ekonomicznej złoża. Zasoby odpowiadające pojęciu „przemysłowych” w systemie JORC nie są wyróżniane. Bardzo rygorystycznie formułowane są w nim natomiast wymagania odnośnie do sposobu określania zasobów wydobywalnych. Polski system dokumentowania i klasyfikacji zasobów i wymagany przez kodeks JORC, nie wykluczają się wzajemnie i mogą być równolegle stosowane. Wskazane jest jednak uzgodnienie obu systemów ocen przez odpowiednią modyfikację polskiego systemu odnośnie do sposobu przedstawiania danych o złożu i jego zasobach w projekcie zagospodarowania złoża oraz bardziej szczegółowe sprecyzowanie wymagań stawianych tym projektom.

Słowa kluczowe: zasoby, klasyfikacja, złoża kopalin

Utilization of internationally accepted resources and reserves reporting standards is demanded by financial institutions. The special attention is focused on reserves data as recoverable amount of mineral commodity which are the part of mining assets. The mineral resources reporting standards and resources classification are in the principle the same as in the JORC Code. The substantial differences are however in the case of recoverable reserves and the mode of their economic value. The “industrial resources” present in the polish classification are not accepted in the JORC Code which contains more detailed, rigorously defined exigencies of recoverable reserve valuation. Polish and JOR Code system of reporting and classification of resources and reserves do not exclude one another and can be parallelly utilized. Some modification of polish system is however advised to make more easy its comparisons with JORC Code in the case of reserves reporting.

Keywords: resources, reserves, classification, mineral deposits

Międzynarodowe wymagania i polski system dokumentowania złóż i ich zasobów

Globalizacja działalności górniczej i mnożące się jej niepowodzenia w latach 80-tych XX w. spowodowane nierzetelną oceną jakości kopaliny i zasobów złoża (Harquail 1991, Groupe de Reflexion 1994) spowodowały podjęcie działań w kierunku sprecyzowania jednolitych wymagań odnośnie dokumentowania złóż kopalin oraz wykazywania ich zasobów. Szczególnie zwrócono uwagę na wyróżnianie zasobów efektywnie wydobywalnych, to znaczy tych, których wydobyć jest możliwe technicznie na podstawie planów i harmonogramów wydobycia i opłacalne ekonomicznie przy przyjęciu uzasadnionych założeń

finansowych. Określane są one w terminologii anglosaskiej jako „reserves”, w odróżnieniu od zasobów geologicznych w złożu określanych jako „resources”.

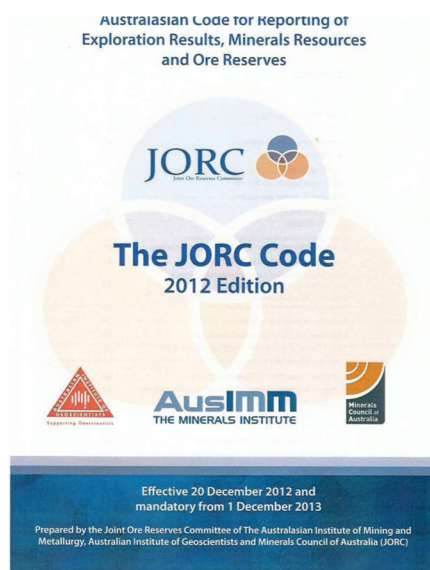
Uzgodnione wymagania odnośnie dokumentowania i wykazywania zasobów złóż kopalin stałych przyjęte zostały przez utworzoną w 1994 r. Połączoną Międzynarodową Komisję dla Standardów Wykazywania Zasobów (CRIRSCO - Combined (Mineral) Reserves International Reporting Standards Committee). Oparte one zostały na opracowanym w 1989 r. kodeksie Joint Ore Reserves Committee (JORC Code)¹. Zasady te stosowane są także w zbliżonych do niego systemach dokumentowania zasobów opracowanych w poszczególnych

¹ Kodeks JORC (JORC Code) – w swojej pierwotnej formie został opracowany przez Australasian Joint Ore Reserves Committee AusIMM) w 1989 r. i wielokrotnie był udoskonalany i aktualizowany między innymi w związku z uzgodnieniami między CRIRSCO i Komisją Ekonomiczną ONZ w związku z opracowywaniem Międzynarodowej Ramowej Klasyfikacji Zasobów (UNFC).

krajach (np. SAMREC Code w RPA, SME Guide w USA, National Instrument 43-101 w Kanadzie i inne)². W krajach europejskich propagowany jest standard opracowany przez Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC Reporting Standard of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves), którego stosowanie jest zalecane przez Federację Geologów Europejskich w ramach UE.

Stosowanie międzynarodowej standaryzacji klasyfikacji zasobów kopalin wynika z wymagań, które stawiane są przez międzynarodowe instytucje finansowe w zakresie wykazywania wyników prac geologicznych oraz wykonalności i oceny ekonomicznej projektów górniczych. Wielkość zasobów wydobywalnych, jest traktowana jako składnik aktywów przedsiębiorstw górniczych i ma podstawowe znaczenie dla tych instytucji finansujących projekty górnicze (banki, giełdy, instytucje ubezpieczeniowe).

Zasady dokumentowania złóż i ich zasobów obowiązujące w Polsce, sformułowane były w latach 50-tych XX w. – późniejsze ich modyfikacje zmierzały do bardziej precyzyjnego ich przedstawiania. Podstawy tych zasad stworzone zostały w warunkach gospodarki centralnie planowanej³, to też budzi to wątpliwości odnośnie do ich stosowania w warunkach rynkowych. Porównanie ich z wymaganiami międzynarodowymi reprezentowanymi przez kodeks JORC pozwala na określenie podobieństw i różnic obu systemów dokumentowania i wykazywania zasobów (rys. 1) oraz sformułowanie wniosków odnośnie do ich stosowania.

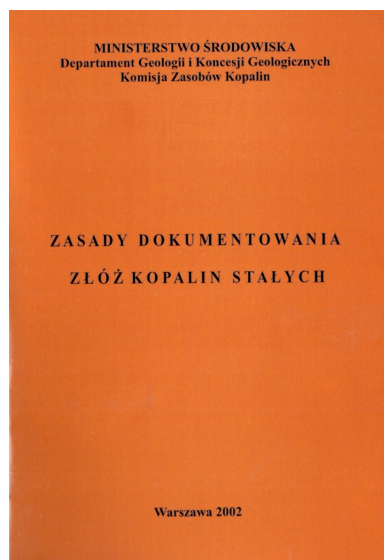


na podstawie których inwestor lub jego doradca jest w stanie ocenić wyniki prac rozpoznawczych i przedstawiane geologiczne i wydobywalne zasoby złoża, jeśli brak jest jakichś informacji, musi to być wyjaśnione i uzasadnione,

- przejrzystości – czytelnik raportu ma w nim znaleźć wystarczające informacje, przedstawiane w sposób przejrzysty, nie budzący wątpliwości w jego zrozumieniu i że nie zostanie wprowadzony w błąd przez nie lub przez brak odpowiednich informacji,
- kompetencji – osoba sporządzająca, dokumentująca złożę i jego zasoby („osoba kompetentna”) powinna posiadać co najmniej 5-cio letnią praktykę w dokumentowaniu określonego typu złóż i przestrzegać wymagania etyki zawodowej, której zasady sformułowane są w kodeksie. Za kompetentną może być uważana tylko osoba, której kompetencje potwierdza jedna z uznanych organizacji zawodowych (Recognised Professional Organization – RPO), jako jej członka. Listę tych organizacji ustala CRIRSCO.

W systemie dokumentowania i wykazywania zasobów złoża wyróżnia się trzy etapy:

1. przedstawiania wyników prac poszukiwawczo-rozpoznawczych (exploration results),
 2. przedstawiania zasobów geologicznych (resources),
 3. przedstawiania zasobów wydobywalnych (reserves).
- Odpowiednio zróżnicowane są wymagania odnośnie



Rys. 1. Kodeks JORC i polskie zasady dokumentowania złóż kopalin stałych
Fig. 1. JORC Code and Polish rules for documentation mineral deposits

Cechy istotne kodeksu JORC

Istotą kodeksu JORC są wymagania odnośnie sposobu pozyskiwania danych, na podstawie których szacowane są zasoby złoża i oceniana możliwość ich ekonomicznie uzasadnionego wydobycia, przedstawiane w raporcie publicznym („Public report”). Wymagania te podporządkowane są trzem kryteriom:

- materialności – raport ma zawierać wszystkie informacje,

zakresu, rodzaju i sposobu pozyskania niezbędnych danych. Sprawdzenie kompletności tych danych i informacji wymaganych dla sporządzenia raportu ułatwiają ich „listy kontrolne” załączone w kodeksie JORC, precyzujące szczegółowe wymagania odnośnie treści raportów.

Listy te dotyczą:

- sposobu pozyskiwania danych (zwłaszcza opróbowania),
- przedstawiania wyników prac rozpoznawczych,

² W odniesieniu do złóż węglowodorów uzgodniono jako standard międzynarodowy Petroleum Resources Management System (PRMS). Możliwości porównywania różnych klasyfikacji zasobów stwarza Międzynarodowa Ramowa Klasyfikacja Zasobów ONZ (UNFC).

³ Klasyfikacja zasobów wzorowana jest na przyjętej w ZSRR w 1941 r. przez Radę Komisarzy Ludowych i wcześniej zastosowanej w 1910 r. na XII Międzynarodowym Kongresie Geologicznym w Sztokholmie do klasyfikacji światowych zasobów rud żelaza. Podobne klasyfikacje stosowane były w także w krajach znajdujących się w sferze wpływów ZSRR. W 1984 r. proponowano w Kanadzie uznanie jej w skali międzynarodowej (Diehl, David 1982).

- dokumentowania i wykazywania zasobów geologicznych złoża,
- dokumentowania i wykazywania zasobów wydobywalnych.

W listach tych szczegółowo przedstawione są wymagania odnośnie rodzaju niezbędnych danych, sposobu ich pozyskiwania i ich zakresu i sposobu prezentacji, jak również sposobu formułowania raportu.

Kodeks JORC definiuje podstawowe kategorie zasobów: *resources* i *reserves* (rys. 2).

„Resources” określane są jako części złoża, które niosą ze sobą racjonalny potencjał co do efektywnej ekonomicznie eksploatacji. Odpowiadają one z definicji polskiej klasie zasobów bilansowych. Wymaga się uzasadnienia przyjętych kryteriów definiujących zasoby w szczególności brzeżnych parametrów (*cut off*) złoża. W obrębie tej grupy zasobów wyróżnia się, w zależności od stopnia rozpoznania geologicznego, następujące kategorie:

- 1) *inferred* (przypuszczalne),
- 2) *indicated* (wykazane),
- 3) *measured* (stwierdzone, pomierzone),

W przypadku (wyłącznie) złóż węgla, które zostały wstępnie zbadane, ale dla których w dającej się przewidzieć przyszłości trudno jest określić racjonalne perspektywy efektywnej ekonomicznie eksploatacji „Wytyczne JORC dla Węgla” (JORC *Coal Guidelines*) wyróżniają klasę *inventory coal* - zasoby ewidencjonowane, odpowiadające pojęciu zasobów pozbilansowych. W obrębie tej klasy także wyróżnia się wymienione wyżej kategorie rozpoznania zasobów.

Zasoby określane jako *reserves* – rozumiane są jako wydobywalne. Kodeks JORC definiuje je jako nadającą się do uzasadnionego ekonomicznie wydobycia część *resources*, ale tylko wówczas, gdy są one wykazane (*indicated*) lub stwierdzone (*measured*). Określane są one po uwzględnieniu czynników określanych jako „modyfikujące” (czynniki geologiczno-górnictwe, przeróbce, ekonomiczne, marketingowe,

prawne, środowiskowe, społeczne i polityczno-administracyjne). Uwzględnia się również zubożenie wydobywanej kopaliny. Pojęcie „reserves” określa zatem zasoby eksploatacyjne. Efektywność ekonomiczna wydobycia zasobów (*reserves*) określana jest na podstawie ocen techniczno-ekonomicznych, takich jak np. studium wykonalności (*feasibility study*). „Wydobywalność” zasobów powinna być potwierdzona udzieloną koncesją na wydobywanie.

Wśród zasobów wydobywalnych (*reserves*) wyróżnia się dwie kategorie:

- 1) *probable* (spodziewane albo prawdopodobne) oraz
- 2) *proved* (pewne albo potwierdzone).

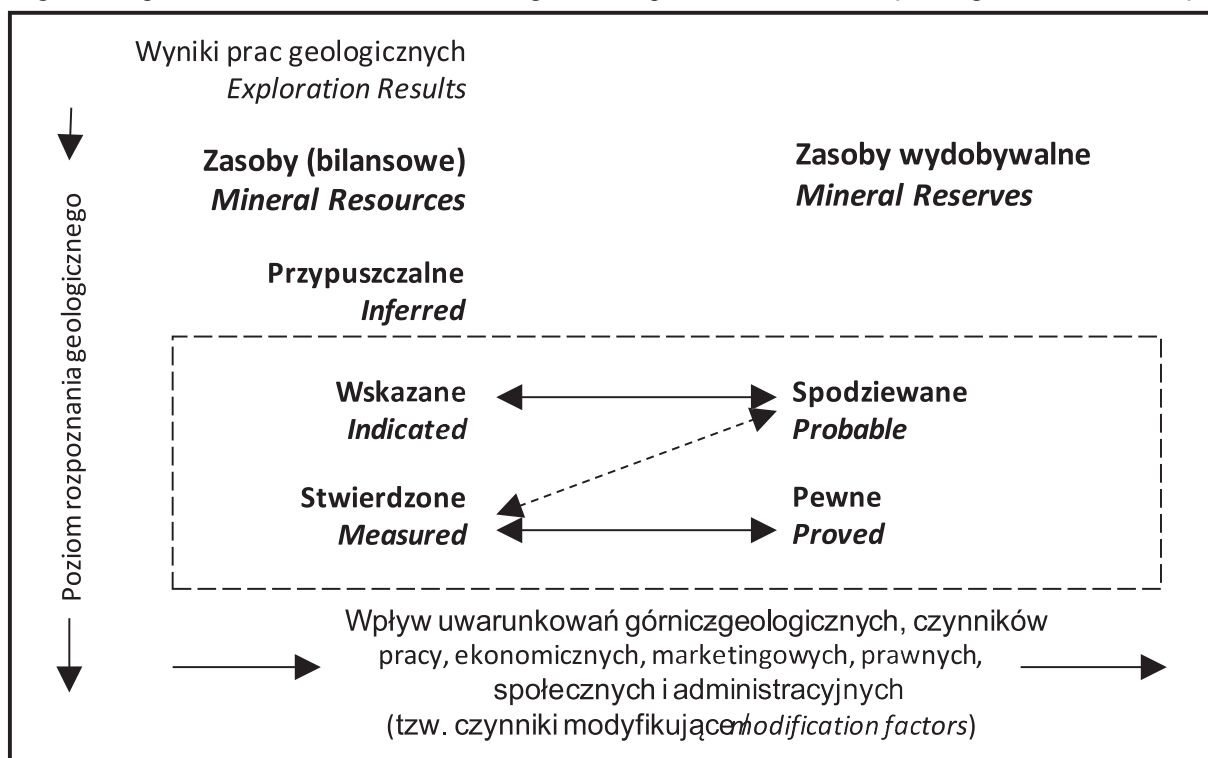
Zasoby wydobywalne spodziewane (*probable*) wydzielane są z zasobów (bilansowych, *resources*) wykazanych i/lub – w pewnych przypadkach także stwierdzonych.

Nie można kwalifikować jako wydobywalne zasobów w kategorii przewidywanych (*inferred*). Wymagane jest lepsze ich zbadanie.

Zależności pomiędzy kategoriami zasobów, stopniem rozpoznania geologicznego i wpływem czynników modyfikujących w systemie CRIRSCO/JORC przedstawia rysunek 2.

Polski system dokumentowania złóż kopalni i klasyfikacji zasobów

Zasady dokumentowania złóż oraz wykazywania i klasyfikacji ich zasobów są w Polsce normowane począwszy od 1952 r. Sformułowane zostały w Uchwale Rady Ministrów nr 864 z dn. 10.10.1952 „w sprawie ustalania i zatwierdzania stopnia poznania zasobów (dokumentowania) złóż kopalni i rozmiaru dokonywania inwestycji przed przystąpieniem do eksploatacji złoża” (M.P. Nr A-90, poz. 1404) i przedstawione w „Instrukcjach ustalania (dokumentowania) zasobów złóż kopalni”. Instrukcje te modyfikowane były w 1964 i 1980 r. i wprowadzane do obowiązkowego stosowania Zarządzeniami



Rys. 2. System klasyfikacji CRIRSCO/JORC

Fig. 2. CRIRSCO/JORC Code resources and reserves reporting system

Prezesa Centralnego Urzędu Geologii (Zarządzenie z dn. 20 grudnia 1963, MP z 1964 r. nr 6 poz. 29 oraz Zarządzenie dn. 12 listopada 1980 r., MP Nr 28, poz. 29). Uzupełnione zostały w 1976 r. zarządzeniem Prezesa CUG w sprawie zasobów przemysłowych (Zarządzenie nr 3 z dn. 28 lutego 1975 r.). Po 1991 r. zasady dokumentowania złóż są formułowane w Wytocznych... (1991, 1992 r.) i Zasadach dokumentowania złóż kopalin (1999 i 2002 r.) Ministerstwa Środowiska (Komisji Zasobów Kopalin). Zasady klasyfikacji zasobów i sposób ich stosowania były określane do 1994 r. przez kilkakrotnie nowelizowane Uchwały Rady Ministrów „w sprawie obowiązków inwestorów w zakresie ustalania zasobów złóż kopalin przed podjęciem działalności inwestycyjnej związanej z eksploatacją złoża kopaliny lub jej przeróbką” (ostatnia nr 66/75 z dn. 4 kwietnia 1975 r., MP nr 12 poz. 67). Od 1994 r. wymagania takie formułowane są w Rozporządzeniu Ministra do spraw Środowiska „w sprawie szczegółowych wymagań jakim powinny odpowiadać dokumentacje geologiczne złóż kopalin”, kilkakrotnie aktualizowanym (ostatnie „w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny z dn. 22 grudnia 2011 r., Dz. U. nr 291 poz. 1712).

Klasyfikacja zasobów oparta jest na dwóch zespołach kryteriów określających:

1. stopień rozpoznania złoża,
2. ocenę użyteczności gospodarczej zasobów.

Podstawą dla oceny stopnia rozpoznania złoża jest:

- zakres wykonanych badań (określony zwłaszcza przez zagęszczenie punktów, w których uzyskano informację o złożu - otworów rozpoznawczych, badań geofizycznych, odsłoneń),
- wymagania odnośnie interpretacji budowy złoża, jego opróbowania, rozpoznania warunków geologicznych eksploatacji,
- dokładności oszacowania zasobów.

Wyróżniane są kategorie poznania złoża: D, C₂, C₁, B i A.

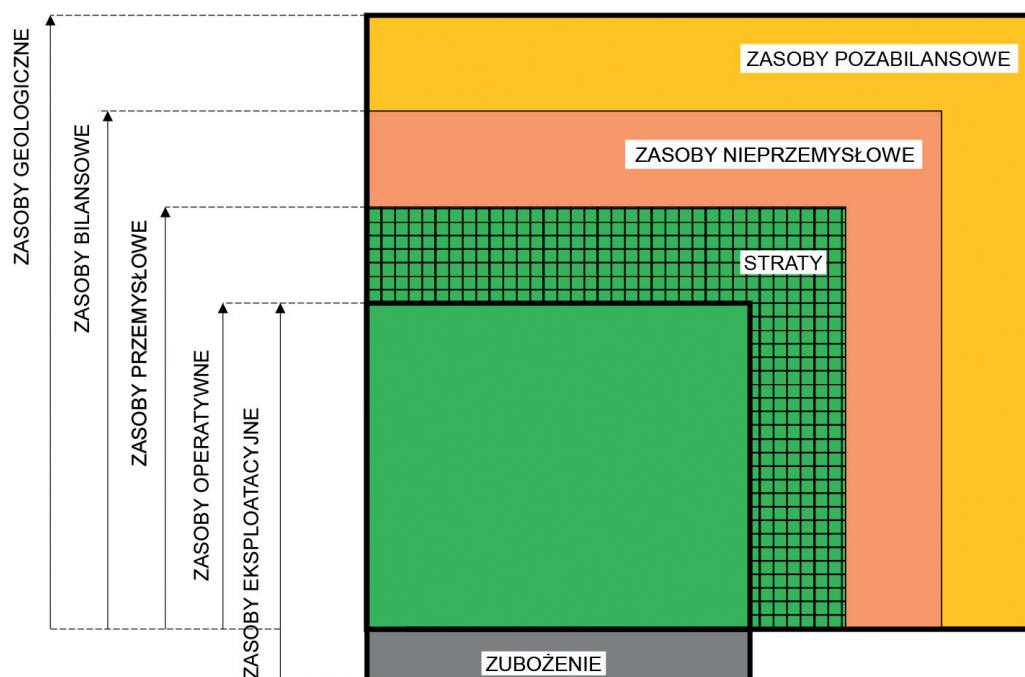
W systemie polskim (rys. 3), mającym charakter hierarchiczny, całość zasobów kopaliny oceniana jest na podstawie określonych kryteriów definiujących granice złoża, dotyczących jego miąższości, głębokości występowania i jakości kopaliny i danych uzyskanych z otworów badawczych, wyrobisk górniczych, odsłoneń powierzchniowych oraz na podstawie badań geofizycznych Z zasobów bilansowych, na podstawie kryteriów technicznych i ekonomicznych, wydziela się zasoby przemysłowe przeznaczone do technicznie możliwej i uzasadnionej ekonomicznie eksploatacji, a pozostałą część stanowią zasoby nieprzemysłowe (nie przeznaczone do wydobywania).

Na podstawie zasobów przemysłowych określa się zasoby operatywne, to jest wielkość zasobów, która może być wydobyta (po uwzględnieniu przewidywanych strat).

W ramach polskiego systemu, zasoby (przemysłowe oraz operatywne/eksploatacyjne) szacowane są tylko w pewnych fazach, dla określonych ustawowo potrzeb – na przykład przy składaniu wniosku o koncesję.

Wyniki rozpoznania złoża i oszacowanie jego zasobów geologicznych (bilansowych) są przedstawiane w dokumentacji geologicznej złoża, sporządzonej w formie określonej przez przepisy *Prawa geologicznego i górniczego* i przedkładanej do akceptacji organów państwowej administracji geologicznej (w przypadku złóż kopalin stanowiących własność Skarbu Państwa - Ministerstwo Środowiska). Zamierzenia odnośnie eksploatacji złoża i oszacowanie zasobów przemysłowych i operacyjnych prezentowane są w projekcie zagospodarowania złoża, który stanowi podstawę dla udzielenia koncesji na wydobywanie kopaliny z tego złoża.

Dane o zasobach są korygowane w czynnych zakładach górniczych stosownie do ich zmian w wyniku prowadzonej eksploatacji i wykazywane rokrocznie w operatach ewidencyjnych zasobów zakładu górniczego. Aktualizacje bazy zasobów dokonywane są w kolejnych ustawowych okresach m. in. poprzez uwzględnianie zrealizowanego w danym okresie wydobywania



Rys. 3. Polska klasyfikacja zasobów
Fig. 3. Polish classification system

i zmian zasobów z tytułu lepszego rozpoznania. Jest to fundamentalnie odmienne podejście do wykazywania bieżącego stanu zasobów w stosunku do stosowanych przez spółki wydobywcze w krajach wolnorynkowych o wysoko rozwiniętym górnictwie, które wraz z napływem nowych informacji dokonują nieustannej weryfikacji zasobów w czasie rzeczywistym, w zgodzie z mię-

dzynarodowymi standardami wykazywania zasobów. W dużych zakładach górniczych umożliwiają to nowoczesne oprogramowania komputerowe do prezentacji i opracowywania danych geologicznych oraz wykorzystanie metod geostatystycznych.

Kryterium opłacalności eksploatacji, jako podstawa wyróżniania zasobów przemysłowych, powoduje, że wyróżniane na ich

Tab. 1. Porównanie wymagań odnośnie opróbowania złoża wg listy kontrolnej kodeksu JORC i zasad dokumentowania złóż stosownych w Polsce
Tab. 1. Sampling requirements for the deposit of the JORC Code checklist and Polish rules for documentation mineral deposits

Wymagania kodeksu JORC (wyjaśnienia)		Wymagania dokumentowania złóż w Polsce (Zasady dokumentowania złóż -MŚ-KZK)
Sposób opróbowania złoża	Należy: • Przedstawić rodzaj i jakość opróbowania (np. próby bruzdowe, losowe próbki punktowe lub specjalistyczne (przemysłowe) urządzenia pomiarowe stosowane standardowo w przypadku badanych złóż substancji mineralnych, takie jak sondy otworowe do gęstościowego profilowania gamma-gamma czy też przenośne analizatory fluorescencji rentgenowskiej itd.). Przykłady te nie powinny stanowić ograniczenia dla szerokiego rozumienia opróbowania. • Zamieścić informacje o podjętych działaniach w celu zapewnienia reprezentatywności próbek i właściwej kalibracji każdego narzędzia pomiarowego czy też zastosowanego systemu. • Przedstawić kryteria określenia jakości kopaliny (mineralizacji), które są istotne dla Raportu publicznego. W przypadku, gdy prace spełniające normy przemysłowe zostały wykonane, będzie to względnie proste (np. „wiercenie z odwrotnym obiegiem płuczki zostało zastosowane w celu otrzymania 1 m próbek, z których 3 kg zostało sproszkowane, aby otrzymać 30 g materiału do analizy metodą kupelacji”). W innych przypadkach może być wymagane bardziej szczegółowe objaśnienie, jak np. w przypadku dużych skupień złota, które mogą sprawiać trudności w opróbowaniu. Nietypowe kopaliny lub rodzaje substancji mineralnych (np. konkretne na dnie oceanu) mogą wymagać podania bardziej szczegółowych informacji.	1. Rodzaj i jakość kopaliny określa się na podstawie wyników badań mineralogicznych, petrograficznych, fizycznych, i technologicznych pobranych próbek, w zakresie uwzględniającym potrzeby projektowania górniczego przeróbki i użytkowania kopaliny. 2. W uzasadnionych przypadkach rodzaj i jakość kopaliny mogą być określone przy użyciu metod geofizycznych lub innych metod pośrednich. 3. Opróbowanie złoża, związane z badaniami rodzaju i jakości kopaliny, należy przeprowadzić w taki sposób, by możliwe było: a) określenie rozmieszczenia w złożu różnych rodzajów kopaliny, jej typów, gatunków - ze względu na jakość, właściwości technologiczne lub użytkowe, b) określenie wszystkich możliwych kierunków użytkowania kopaliny oraz przydatności odpadów, które mogą powstać przy jej eksploatacji, przeróbce lub użytkowaniu, c) ocenienie zagrożeń środowiska związanych z przeróbką i użytkowaniem kopaliny oraz surowców z niej wytworzonych, d) określenie pionowych i poziomych granic złoża. 4. W złożach wielokopalinowych ocena rodzaju i jakości wszystkich kopalin współwystępujących powinna być wykonana z taką samą dokładnością. W złożach wielosurowcowych ocena rodzaju i jakości kopaliny w kategorii C₂ powinna uwzględniać wszystkie możliwe kierunki zastosowania kopaliny. 5. W kategorii C₁ i wyższych zakres badań rodzaju i jakości kopaliny może być ograniczony stosownie do wybranego kierunku zagospodarowania złoża zaakceptowanego w udzielonej koncesji. 6. Wyniki badań rodzaju i jakości kopaliny w złożu należy przedstawić w formie zestawień tabelarycznych, opracowań statystycznych (zwłaszcza histogramów), oraz na mapach z zaznaczeniem rozmieszczenia kopaliny w złożu według jej rodzajów i jakości. 7. W przypadku zróżnicowania rodzaju kopaliny występującej w złożu lub zróżnicowania jej jakości sugerującego możliwość różnych jej zastosowań surowcowych należy: 7.1. wyniki opróbowania przedstawić w taki sposób by na mapach i/lub przekrojach możliwe było pokazanie rozmieszczenia wydzielanych rodzajów, typów lub gatunków kopaliny, w szczególności kwalifikujących się do różnych zastosowań, które mogłyby być eksploatowane selektywnie, 7.2. przedstawić charakterystykę jakości dających się przestrzennie wydzielić jej rodzajów, typów lub gatunków; w charakterystyce tej należy podać zakres zmienności, wartości średnie i najczęstsze (modalne) parametrów jakościowych i w miarę możliwości zilustrować ją za pomocą histogramów, wykresów korelacyjnych itp. 8. W przypadku wykorzystywania w dokumentacji danych archiwalnych nie spełniających wymagań wyżej określonych, ich wiarygodność i dokładność musi być uzasadniona.

podstawie zasoby operatywne odpowiadają z definicji pojęciu „reserves” w standardzie kodeksu JORC. Niemniej, pomimo tego podobieństwa pomiędzy tymi kategoriami, nie można postawić znaku równości z powodu różnic, w szczegółowych wymaganiach odnośnie do sposobu wyróżniania odpowiednich grup zasobów.

Polski i międzynarodowy system dokumentowania złóż i klasyfikacji zasobów

Polski system dokumentowania złóż i ich zasobów oraz sformułowany w kodeksie JORC są podobne co do zasady. Wymagania stawiane dokumentacjom geologicznym i PZZ oraz kodeksu JORC w znacznej mierze pokrywają się. W przypadku przedstawiania wyników badań geologicznych są prawie identyczne. Różnice między nimi wynikają ze sposobu wyróżniania

Tab. 2. Przykład porównania kryteriów wyróżniania kategorii zasobów z tytułu stopnia rozpoznania złoża

Tab. 2. Criteria for resources categorisation – example of JORC Code indicated resources on Polish C₁ category

Porównanie klasyfikacji	
JORC Zasoby wykazane (<i>Indicated</i>)	Klasyfikacja polska Kategoria C ₁
Wykazane Zasoby Bilansowe stanowią tę część zasobów kopaliny, której ilość, jakość (lub zawartość składnika użytecznego), gęstość przestrzenna, forma i cechy fizyczne są oszacowane na wystarczającym poziomie ufności, umożliwiającym zastosowanie „Czynników Modyfikujących” na tyle szczegółowo, aby mogły stanowić podstawę dla planowania górnictwa i oceny wartości ekonomicznej złoża. Dane geologiczne są oparte na odpowiednio szczegółowym i niebudzącym wątpliwości rozpoznaniu, opróbowaniu i badaniach, są uzyskane za pomocą właściwych środków technicznych w takich miejscach jak: odsłonięcia, rowy, wkopy, wyrobiska, otwory wiertnicze i są wystarczające aby założyć ciągłość geologiczną oraz jakości kopaliny (zawartości składnika użytecznego) pomiędzy punktami, w których wykonano obserwacje i pobrano próbki. Wykazane Zasoby Bilansowe charakteryzują się niższym poziomem ufności w porównaniu ze Stwierdzonymi Zasobami Bilansowymi i mogą być jedynie przekształcone na Spodziewane Zasoby wydobywalne.	Kategoria C₁ - rozpoznanie złoża w stopniu umożliwiającym opracowanie koncepcji zagospodarowania przewidywanego obszaru górnictwa (obszaru eksploatacji), projektu zagospodarowania złoża wraz z określeniem przewidywanych zasobów przemysłowych i określenie sposobu przeróbki i użytkowania kopaliny. Wymagane jest określenie: 1. granic złoża metodą interpolacji na podstawie danych z wykonanych wyrobisk, odsłoneń naturalnych przy ewentualnym wykorzystaniu badań geofizycznych, 2. formy i budowy złoża, korelacji warstw oraz tektoniki w stopniu umożliwiającym przyjęcie jednego wariantu ich interpretacji w skali całego złoża, 3. rodzaju i jakości kopaliny, właściwości technologicznych i ich zróżnicowania na podstawie systematycznego opróbowania wszystkich wyrobisk i w stopniu umożliwiającym jednoznaczne przedstawienie rozmieszczenia typów, odmian lub gatunków kopaliny oraz wstępne projektowanie niezbędnych procesów przeróbki, uszlachetniania lub uzdatniania kopaliny, 4. zasobów bilansowych złoża, 5. ewentualnych zasobów pozabilansowych, 6. kopaliny towarzyszących: formy występowania, granic rozprzestrzeniania, rodzaju, jakości i właściwości technologicznych oraz zasobów, 7. warunków hydrogeologicznych, inżyniersko-geologicznych, gazowych i geotermicznych na podstawie systematycznych badań prowadzonych w wyrobiskach rozpoznawczych oraz, w razie potrzeby, także w wyrobiskach specjalnie wykonywanych dla przeprowadzenia badań tych warunków, w stopniu umożliwiającym ocenę geologiczno - górniczych warunków eksploatacji złoża oraz kopaliny towarzyszących, możliwych konfliktów z tytułu ochrony środowiska w razie podjęcia eksploatacji oraz określenie cech złoża i właściwości kopaliny istotnych dla oceny oddziaływania eksploatacji i użytkowania kopaliny na środowisko, w oparciu o systematyczne badania w obszarze złoża i w jego otoczeniu, w obszarze przewidywanych oddziaływań eksploatacji, określonym na podstawie prac studialnych nad zagospodarowaniem złoża oraz przeróbką i użytkowaniem kopaliny, 8. właściwości rekultywacyjnych skał płonnych na podstawie systematycznych badań. Dopuszczalny błąd względny oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów może wynosić do 30 % w granicach poszczególnych bloków złoża uznanych za jednorodne. Źródłem danych dla udokumentowania złoża w tej kategorii powinny być punkty rozpoznawcze rozmieszczone w miarę równomiernie na obszarze całego złoża oraz dodatkowo w zależności od potrzeb: wyrobiska dla wyjaśnienia ważnych cech złoża: budowy geologicznej, granic, tektoniki oraz warunków wodnych, inżyniersko - geologicznych i innych warunków geologiczno - górniczych, wyniki badań geofizycznych, odsłonięcia naturalne, prawidłowo opróbowane.

Tab. 3. Kryteria wyróżniania zasobów wydobywalnych („reserves”)

Tab. 3. The criteria defining reserves

Rodzaj kryteriów	Zakres wymagań
Czynniki lub założenia górnicze	- Wybór, charakter i trafność wybranej metody (wybranych metod) eksploatacji oraz inne parametry geologiczno-górnice, w tym wynikające z projektu jak np. wstępne zdejmowanie nadkładu, udostępnianie złoża, itp. - Założenia dotyczące: parametrów geotechnicznych (np. kąt nachylenia skarpy, wielkości przodków wybierkowych itd.), kontrolowania zawartości składnika użytecznego i wierceń wyprzedzających. - Główne założenia i zastosowany model złoża kopaliny dla optymalizacji odpowiednio odkrywki lub podziemnych wyrobisk eksploatacyjnych. - Zastosowane wskaźniki zubożenia urobku. - Zastosowane wskaźniki wykorzystania zasobów złoża. - Zastosowane minimalne szerokości wyrobiska. - Sposób w jaki Przypuszczalne Zasoby Bilansowe są wykorzystane w projektowaniu górnictwym oraz wrażliwość wyniku na ich włączenie. - Wymagania infrastrukturalne w przypadku wybranych metod eksploatacji.
Czynniki lub założenia metalurgiczne (w przypadku rud)	- Zaproponowany proces metalurgiczny i dlaczego jest on odpowiedni dla charakteru mineralizacji. - Czy proces metalurgiczny jest sprawdzoną technologią czy też ma nowatorski charakter. - Charakter, ilość i reprezentatywność przeprowadzonych testów metalurgicznych, charakter podziału złoża na domeny metalurgiczne i odpowiadające temu zastosowane metalurgiczne wskaźniki uzysku. - Przyjęte założenia i wskaźniki tolerancji dla pierwiastków szkodliwych. - Istnienie jakichkolwiek próbek masowych lub testów pilotażowych i do jakiego stopnia próbki te są reprezentatywne dla całego złoża (ciała rudnego). - Dla kopaliny, które są określone przez wymagania – czy oszacowanie zasobów wydobywalnych zostało oparte na właściwych cechach mineralogicznych, które zapewniają spełnienie tych wymogów.
Ochrona środowiska	Stan badań dotyczących możliwego wpływu prac górniczych i procesów przerobczych na środowisko. Szczegóły dotyczące charakterystyki odpadów i możliwych miejsc składowania, status rozważanych rozwiązań projektowych oraz, jeśli dotyczy, stan pozwoleń na składowanie odpadów i wysypiska, które powinny być przedstawione w raporcie.
Infrastruktura	Istnienie odpowiedniej infrastruktury: dostępność terenu dla uruchomienia zakładu górnictwego, zasilanie energią, dopływ wody, transport (szczególnie dla surowców transportowanych masowo), siła robocza, zakwaterowanie lub łatwość dostępu do infrastruktury lub jej stworzenia.
Koszty	- Źródła pochodzenia i przyjęte w badaniu założenia dotyczące prognozowanych kosztów kapitałowych. - Zastosowana metodologia oszacowania kosztów operacyjnych. - Dopuszczalne zawartości ewentualnych pierwiastków szkodliwych. - Źródła przyjętych założeń dotyczących cen(y) metalu lub surowców dla głównych kopaliny i towarzyszących. - Źródło danych odnośnie do zmian kursów wymiany walut zastosowanych w opracowaniu. - Źródła kosztów transportowych. - Podstawy prognozowania lub źródła ustalania kosztów przerobu i rafinacji, kary za niespełnienie wymogów specyfikacji, itd. - Przyjęte założenia odnośnie opłat koncesyjnych, zarówno państwowych jak i prywatnych.
Wskaźniki dochodów	- Źródło pochodzenia lub przyjęte założenia dotyczące wskaźników dochodów, w tym ceny surowca lub metalu w nadawie, kursy wymiany, koszty transportu i przeróbki, kary, rentowność netto huty, itd. - Źródła przyjętych założeń dotyczących cen(y) metalu lub surowców dla głównych kopaliny, metali i współprodukowanych towarzyszących.
Ocena rynku	- Popyt, podaż i stan zapasów danego surowca, trendy konsumpcyjne i czynniki mogące wpłynąć na popyt i podaż w przyszłości. - Analiza rynku i konkurencji oraz określenie właściwego momentu wejścia danego produktu na rynek. - Prognozy cen i wolumenu sprzedaży oraz podstawa tych prognoz. - Dla kopaliny niemetalicznej określić specyfikację klienta, wymagania testowe i akceptacyjne przed zawarciem kontraktu na dostawę.
Rentowność	Dane wejściowe do analizy ekonomicznej, dla wyliczenia wartości bieżącej netto (NPV), źródło i poziom ufności tych danych ekonomicznych, w tym oszacowanie inflacji, stopy dyskontowej, itp.
Czynnik społeczny	Stan umów z kluczowymi interesariuszami oraz kwestie prowadzące do otrzymania „licencji społecznej” na prowadzenie działalności.

Rodzaj kryteriów	Zakres wymagań
Inne	- Odpowiednio wpływ następujących czynników na projekt i/lub na oszacowanie i klasyfikację zasobów wydobywalnych: - Każdy zidentyfikowany materialny, naturalny czynnik występującego ryzyka. - Stan istotnych umów prawnych i uzgodnień marketingowych. - Stan umów rządowych i zatwierdzeń mających decydujące znaczenie dla rentowności projektu, takich jak pozwolenie na zajęcie terenu pod roboty górnicze, pozwolenia administracyjne i wynikające z ustaw. Muszą istnieć racjonalne podstawy, aby oczekiwać, że wszelkie potrzebne pozwolenia rządowe zostaną otrzymane w ramach czasowych przewidzianych we Wstępnym Studium Wykonalności lub Studium Wykonalności. Należy podkreślić i omówić wagę znaczenia każdej nierozwiązanej kwestii, która zależna jest od osób trzecich, od których z kolei zależna jest eksploatacja zasobów.
Klasyfikacja	- Podstawa sklasyfikowania Zasobów Wydobywalnych według poszczególnych kategorii rozpoznania złoża. - Czy wynik właściwie odzwierciedla opinię Osoby Kompetentnej na temat złoża. - Jaka część Spodziewanych Zasobów Wydobywalnych została wyodrębniona ze Stwierdzonych Zasobów Bilansowych (jeśli wyodrębniono).
Audyty i przeglądy	Wyniki wszelkich audytów lub przeglądów dotyczących szacunków Zasobów Wydobywalnych złoża.
Omówienie względnej dokładności / poziomu ufności	- W stosownych sytuacjach ocena względnej dokładności i poziomu ufności szacunków Zasobów Wydobywalnych złoża stosując podejście lub procedury uznane za odpowiednie przez Osobę Kompetentną. Mogą to być np. metody statystyczne lub geostatystyczne w celu określenia w sposób ilościowy dokładności względnej zasobów wydobywalnych złoża w ramach ustalonych przedziałów ufności lub, jeśli takie podejście nie jest uznane za słuszne, omówienie jakościowe czynników, które mogłyby wpłynąć na dokładność względną i poziom ufności oszacowania. - Omówienie powinno precyzować, czy odnosi się do szacunków całościowych czy częściowych, a jeśli częściowych, należy podać stosowne wartości tonażu, co powinno być uwzględnione w ocenie technicznej i ekonomicznej. Dokumentacja powinna zawierać przyjęte założenia i zastosowane procedury. - Omówienie dokładności i poziomu ufności powinno zostać poszerzone o omówienie wszelkich uwzględnionych Czynników Modyfikujących, które mogą mieć istotny wpływ na rentowność Zasobów Wydobywalnych, lub co do których pozostają obszary niepewności na prowadzonym etapie prac badawczych. To oczywiście może nie być możliwe lub właściwe w każdych warunkach. - Stwierdzenia dotyczące względnej dokładności lub poziomu ufności oszacowania powinny zostać porównane z danymi produkcyjnymi, jeśli są dostępne.

poszczególnych grup danych wykorzystywanych do oceny złoża i jego zasobów, sposobu uporządkowania podawanych informacji o złożu i sposobie jego zbadania.

W kodeksie JORC bardziej szczegółowo formułowane są wymagania odnośnie opisu sposobu pobierania próbek. Bardziej rygorystyczne są wymagania odnośnie uzysku rdzenia w otworach rozpoznawczych. W systemie polskim bardziej szczegółowo są formułowane wymagania odnośnie interpretacji budowy geologicznej złoża oraz przedstawiania warunków geologiczno-górnich eksploatacji (hydrogeologicznych, inżyniersko-geologicznych, gazowych). W tabeli 1 przedstawiony jest przykład wymagań dotyczących opróbowania złoża, sformułowanych w liście kontrolnej kodeksu JORC i w zasadach dokumentowania złóż, stosowanych w Polsce.

W obu systemach (polskim i JORC) podobne są zasady wyróżniania i podziału zasobów geologicznych bilansowych, określanych w kodeksie JORC jako „resources”. Kategorie „inferred”, „indicated”, „measured” odpowiadają w zasadzie odpowiednio kategoriom D+C₂, C₁ i A+B, aczkolwiek w polskim systemie wykazywania zasobów bardziej szczegółowo formułowane są wymagania dotyczące klasyfikacji zasobów, niż w kodeksie JORC, w szczególności odnośnie:

- wiarygodności interpretacji geologicznej budowy złoża,

- dopuszczalnych błędów oszacowania zasobów z tytułu naturalnej zmienności złoża.

Ilustruje to przykład porównania kategorii „indicated” i C₁, przedstawiony w tabeli 2.

Zasadnicze różnice między systemem polskim i międzynarodowym reprezentowanym przez kodeks JORC wynikają ze sposobu określania zasobów wydobywalnych i przeznaczenia informacji o nich.

Celem polskiego systemu dokumentowania złóż i klasyfikacji zasobów jest przede wszystkim dostarczenie danych dla projektowania górniczego oraz dla inwentaryzacji bazy zasobowej kraju i jej przydatności gospodarczej. Celem kodeksu JORC i zbliżonych do niego jest prezentacja przeznaczonych do wiadomości publicznej oceny przygotowania zasobów do podejmowania działalności górniczej, stopnia zaawansowania odpowiednich działań oraz gwarancji ich sukcesu.

Istotne różnice między kodeksem JORC i polskim systemem wykazywania zasobów występują przede wszystkim w odniesieniu do oceny ekonomicznej złoża. W polskim systemie wykazywania zasobów powinna być ona podstawą dla wyróżniania zasobów przemysłowych w projekcie zagospodarowania złoża i na ich podstawie wykazywania zasobów operatywnych, które z założenia powinny być równe zasobom rzeczywiście

wydobytych (zasobom przemysłowym pomniejszonym o straty). Sposób określania obu rodzajów zasobów przedstawiany w wymaganiach PZZ jest sformułowany w sposób bardzo ogólnikowy w porównaniu do wymagań kodeksu JORC. W kodeksie JORC przyjęto, że przedstawiane są tylko zasoby wydobywalne, których sposób określania musi być szczegółowo uzasadniony. W szczególności wymagane jest przedstawienie wszystkich czynników (*modifying factors*), na podstawie których zasoby bilansowe – „*resources*” mogą być uznane za wydobywalne – „*reserves*” (tab. 3). Ponadto, terminem *reserves* określa się zasoby z uwzględnieniem zużycia kopaliny, a zatem są to zasoby eksploatacyjne, których wielkość powinna być równa planowanemu wydobyciu. W przypadku wykazywania zasobów węgla kamiennego należy podać również ilość zasobów węgla handlowego (*marketable reserves*), z uwzględnieniem uzysku węgla po procesie jego wzbogacania.

Wnioski

Polski system dokumentowania i klasyfikacji zasobów i wymagany przez kodeks JORC nie wykluczają się wzajemnie, mogą być równolegle stosowane w zależności od ich celu. Zharmonizowanie obu systemów nie jest proste z powodu przekonań o ich odrębności, ale – jak pokazują doświadczenia rosyjskie, gdzie występował podobny problem – można je skutecznie zrealizować. Wskazana jest modyfikacja polskiego systemu, w takim zakresie by można uzyskać porównywalność z kodeksem JORC, sposobu wykazywania zasobów określanych jako bilansowe. Podobne są bowiem zasady ich klasyfikacji. W polskim systemie wykazywania zasobów bilansowych bardziej szczegółowo formułowane są wymagania odnośnie:

- klasyfikacji zasobów, w szczególności dotyczy to wiarygodności interpretacji geologicznej budowy złoża, oceny warunków geologicznych eksploatacji, dopuszczalnych błędów oszacowania zasobów z tytułu naturalnej zmienności złoża,

- przedstawiania warunków geologiczno-górnich eksploatacji (hydrogeologicznych, inżyniersko-geologicznych, gazowych).

W kodeksie JORC bardziej szczegółowo formułowane są wymagania dotyczące opisu sposobu pobierania próbek. Wymagania w tym zakresie powinny być bardziej rygorystycznie przestrzegane w praktykowanym w Polsce dokumentowaniu złóż.

Istnieje zatem możliwość transformacji polskiej klasyfikacji zasobów bilansowych w wymaganą w kodeksie JORC. Niezbędna jest jedynie dobra znajomość ich zasad oraz sposobu porównywania. Ponadto, należy mieć na uwadze, że różnice klasyfikacji i oceny zasobów bilansowych dokonywane w systemie polskim i według kodeksu JORC, mogą być spowodowane różnicą wieku wykonywanych ocen. Dane o zasobach bilansowych dokumentowanych przed wielu laty, przy zastosowaniu do rozpoznania złoża niedoskonałej techniki wiertniczej, nie spełniają współczesnych wymagań i wymagają rewizji⁴.

Polski system wykazywania zasobów przemysłowych i wydobywalnych (operacyjnych) przedstawiany w wymaganiach stawianych PZZ jest sformułowany w sposób bardzo ogólnikowy w stosunku do wymagań kodeksu JORC. Zasoby odpowiadające pojęciu „przemysłowych” w systemie JORC nie są wyróżniane. Bardzo rygorystycznie formułowane są natomiast wymagania odnośnie sposobu określania zasobów wydobywanych, obejmujących przewidywaną do wydobycia ze złoża kopalinę, łącznie ze zużywającą ją skalą płonną.

Wskazane jest zatem uzgodnienie obu systemów ocen przez odpowiednią modyfikację polskiego systemu odnośnie sposobu przedstawiania zasobów złoża w PZZ. W szczególności wskazane jest bardziej szczegółowe sprecyzowanie wymagań stawianych projektom zagospodarowania złóż i opracowanie szczegółowe zasad sporządzania PZZ.

Literatura

- [1] Diehl P., David M., *Classification of ore reserves-resources based on geostatistical methods*. CIM Bull. No. 2 p. 127-136, 1982
- [2] Groupe de Reflexion on Financial Analysis a. Ore Reserve Evaluation. Summary of the first 12 debates. Centre de Geostatistique. Fontainebleau.
- [3] Harquail D., *Investing in junior mining companies. Geostatistics and financial analysis*. Centre de Geostatistique. Fontainebleau, 1991
- [4] Nieć M., Młynarczyk M., *Gospodarowanie zasobami węgla w Polsce*. Studia. Rozpr. Monogr. IGSMiE PAN 187, 2014

⁴ Do lat 80. XX w. wymagany był uzysk rdzenia ponad 80%, obecnie przynajmniej 95% i wyjątkowo 90%. W przypadku złóż węgla kamiennego weryfikacja zasobów złóż niezagospodarowanych spowodowała z tego powodu eliminację z bilansu znacznych zasobów w niedostateczny sposób rozpoznanych (Nieć, Młynarczyk 2014).