

# KOMPLEKSOWA WALORYZACJA I HIERARCHIZACJA ZŁÓŻ KOPALIN SKALNYCH

## RANKING VALUE OF INDUSTRIAL ROCKS DEPOSITS

Marek Nieć - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków  
Barbara Radwanek-Bąk - Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, Kraków

Na podstawie przeglądu różnych proponowanych sposobów waloryzacji wyróżnione zostały cztery niezależne jej obszary:

- walołów złożowo-surowcowych (zasobów i jakości kopaliny),
- atrakcyjności górniczej,
- ograniczonej możliwości wykorzystania wobec wymagań ochrony środowiska,
- ograniczonej dostępności przez zagospodarowanie terenu złożowego.

Kryteria złożowo-surowcowe są określane indywidualnie dla poszczególnych rodzajów kopaliny. Kryteria górnicze określają stopień trudności ich eksploatacji (grubość nadkładu, stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża, zawadnienie złoża, stopień komplikowania budowy złoża) i możliwość odstawy surowca do odbiorców (odległości od sieci drogowej i od potencjalnych odbiorców). Waloryzacja środowiskowa złożów oparta jest na określeniu ograniczeń dostępności z tytułu wymagań ochrony przyrody i krajobrazu, użytkowych wód podziemnych, gleb i lasów. Waloryzacja z tytułu ograniczeń planistycznych możliwości wykorzystania złożów oparta jest na ocenie stopnia zabudowy terenu. W każdej grupie kryteriów wyróżnia się 3 klasy: najwyższą (N), wysoką (W) i niską (Z). Pozwala to na opisanie każdego złoża za pomocą czteroliterowego symbolu: w kolejności walołów zasobowo-surowcowych, uwarunkowań górniczych, środowiskowych i planistycznych, przykładowo: NNWN, NZNZ itd. Symbole te przedstawione na mapie złóż kopaliny pozwalają na szybkie ich porównanie i wskazanie najbardziej wartościowych zasługujących na ochronę.

Based on review of different methods of evaluation of industrial rock deposits, the simple method of their value ranking was proposed. It consists of separate deposit valuation in four domains:

- resources and quality of mineral commodity,
- mining conditions (geological mining conditions and deposit accessibility),
- environmental restraints of possible mining,
- land use planning restraints.

The resource and mineral commodity criteria are separately designed for each kind of industrial rock deposits. Mining conditions are defined as degree of difficulties of deposit exploitation (overburden thickness, stripping ratio, amount of water inflow, variation of deposit structure and continuity) and possibility of exploited commodity delivery to customers (distance and quality of road connections). Environmental restraints are defined by protection exigencies of nature, landscape, underground water, fertile soils and forests. Land use restraints are defined by degree of settlement or industrial coverage of the area of deposit occurrence. Within each of four valuation domains 3 categories of deposit value are defined: the highest (N), high (W), and low (Z). It allows to describe each deposit value by symbol, that consist of four letters designing in following order: resources and rock quality, mining conditions, environmental restraints, land use restraints, e.g. NNWN, WNWZ etc. They can be visualized on mineral commodity maps and allow quick comparison of different deposits, and select those of highest value.

### Cele i metody waloryzacji złóż

Zagospodarowanie przestrzenne, które powoduje wykorzystywanie terenów do działalności nie górniczej wyklucza często dostęp do złóż i powoduje ich eliminację jako obiektów ewentualnej eksploatacji. Dla uzyskania kompromisu między wymaganiami planowania zagospodarowania przestrzennego i potrzebami ochrony złóż kopaliny niezbędna jest waloryzacja złóż dająca podstawy do ochrony zasobów najwartościowszych spośród nich, a ustępstw w zakresie złóż mniej wartościowych, tj. małych i zawierających kopalinę miernej jakości. To z kolei wymaga określenia kryteriów oceny, a następnie przeprowadzenia waloryzacji złóż kopaliny [1, 2, 3, 4].

Waloryzacją, a właściwie porównywaniem potencjalnej wartości złóż kopaliny zajmowano się już od dawna, głównie w

aspekcie ich atrakcyjności ekonomicznej – jej celem jest wycena wartości złóż dokonywana różnymi metodami [5]. Złoże traktowane jest zatem albo jako obiekt kupna-sprzedaży, albo jako obiekt działalności inwestycyjnej związanej z jego eksploatacją. Taka ocena wartości złoża nie jest zadowalająca gdy rozpatrywane jest ono jako składnik środowiska przyrodniczego, które dopiero w przyszłości powinno być źródłem niezbędnych surowców i z tego powodu powinno być obiektem ochrony, by możliwość zaspokojenia przyszłych potrzeb była zapewniona. Gdy przyszła wartość złoża i sposób jego wykorzystania są nieokreślone, punktem wyjścia dla takiej oceny powinna być jakościowa waloryzacja złóż z punktu widzenia ich atrakcyjności surowcowej jako potencjalnego źródła niezbędnych surowców przy uwzględnieniu trudności ich eksploatacji oraz ograniczeń środowiskowych i planistycznych dla ich wykorzystania. Pod-

Tab. 1. Punktowa waloryzacja złóż wg W. J. Krasnikowa [7]

Table 1. Point valorization of deposits acc. to W. J. Krasnikov [7]

Cecha złoża	Ocena punktowa		
	2	1	0
Zasoby	Duże	przeciętne	małe
Jakość kopaliny	Wysoka	przeciętna	niska
Zasobność*	Duża	przeciętna	mała
Geologiczne warunki eksploatacji	korzystne	przeciętne	trudne
Uwarunkowania geograficzne zagospodarowania złoża (środowiskowe, planistyczne)**	brak ograniczeń	zagospodarowanie złoża utrudnione	silne ograniczenia dla zagospodarowania złoża

\* ilość kopaliny na 1 m<sup>2</sup>,

\*\*w oryginalnej klasyfikacji zagospodarowanie rejonu występowania złoża

stawą takiej waloryzacji jest ranking złóż według określonego zestawu kryteriów.

Trudności w sformułowaniu jednolitych zasad ilościowej waloryzacji złóż, która musi uwzględniać wiele nieporównywalnych cech złoża, spowodowały poszukiwania prostych jej metod. W związku z tym proponowana jest waloryzacja atrakcyjności surowcowej złóż, umożliwiającą łatwe ich wzajemne porównania, oparta na metodzie bonitacji punktowej. Wybranych parametrami kopaliny i złoża przypisywane są określone wartości punktowe, których suma lub iloczyn wskazuje na miejsce danego złoża na liście rankingowej.

Zróżnicowana budowa geologiczna złóż, jakości kopaliny i warunków ich występowania decyduje o różnej ich atrakcyjności jako obiektów eksploatacji, określanej jako atrakcyjność górnicza [6]. Na atrakcyjność składają się cechy naturalne złoża i jego dostępność decydujące o skali trudności w jego zagospodarowaniu i eksploatacji oraz o ich ekonomice. Można podzielić je na pięć grup:

1. czynniki naturalne
  - głębokość położenia,
  - wielkość złoża (zasoby),
  - zasobność (ilość kopaliny na 1 m<sup>2</sup> powierzchni złoża),
  - rodzaj i jakość kopaliny,
  - ciągłość i zmienność złoża
  - uwarunkowania geologiczne eksploatacji (ułożenie w przestrzeni, stosunek do skał otaczających, warunki hydrogeologiczne, gazowe itp.)
2. czynniki organizacyjno - techniczne
  - położenie geograficzne, stan zagospodarowania otoczenia złoża,
  - dostępność terytorialna złoża (drogi dojazdowe, zagospodarowanie powierzchni)
  - odległość od odbiorców surowca
3. czynniki środowiskowe
  - skala ograniczeń z tytułu wymagań ochrony środowiska,
  - skala negatywnego oddziaływania eksploatacji na środowisko,
  - możliwości wykorzystania terenu poeksploatacyjnego zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska
4. czynniki planistyczne
  - stopień zabudowy terenu występowania złoża i rodzaj zabudowy
5. czynniki społeczne i polityczne
  - efekt NIMBY (Not In My Back Yard)
  - skala akceptacji społecznej
  - uwarunkowania prawno-polityczne

Jedną z pierwszych prób waloryzacji złóż przedstawił W. J. Krasnikov [7]. Była ona oparta na punktowej ocenie pod-

stawowych cech złoża (tab. 1). Suma punktów przypisanych poszczególnym cechom stanowiła podstawę dla porównywania ocenianych złóż.

Propozycje waloryzacji złóż uwzględniającą większą liczbę cech przedstawiano dla złóż węgla kamiennego [8, 9], węgla brunatnego [10, 11, 12], oraz kopalini skalnych [4, 13, 14, 15, 16].

Sposób waloryzacji złóż metodą ich rangowania (wagowania), niezwykle prosty w swoim założeniu, stwarza jednak szereg problemów wraz ze wzrostem liczby kryteriów waloryzacji zwłaszcza, gdy rola poszczególnych czynników uwzględnianych w ocenie złoża bywa zróżnicowana. Uwzględnia się to przez przypisanie im dodatkowych różnych wag stosowanych jako mnożniki. Wielkość tych wag może zależeć od celu waloryzacji i określana jest sposobem eksperckim.

W odniesieniu do kopalini skalnych przedstawione zostały cztery próby ich waloryzacji [4, 14, 15, 16] oparte na zbliżonych zasadach (tab. 2). Wyróżnia się w nich grupy cech złoża przypisując w przyjętej skali ocen określoną wartość punktową (p) oraz wagę (a).

Proponowane metody waloryzacji złóż różnią się sposobem wagowania ocen poszczególnych kryteriów w zależności od rodzaju kopaliny. W odniesieniu do złóż określonej kopaliny w wybranym rejonie kraju niektóre kryteria tracą na znaczeniu ze względu na brak istotnego ich zróżnicowania. Lokalna specyfika złóż stwarza zatem potrzebę odmiennej oceny niektórych ich cech niż w skali ogólnokrajowej.

Odrębną grupę stanowią propozycje górniczno-techniczno-ekonomiczne waloryzacji złóż [17, 18, 19, 20]. Oparte są one na obszernym zestawie cech ekonomicznych i technologicznych procesu wydobywania kopaliny (zużycia energii, kosztów, zysku, ilości odpadów) odniesionych do wielkości wydobywania. Ze względu na rodzaj występujących w niej kryteriów może ona mieć zastosowanie tylko w odniesieniu do złóż eksploatowanych lub takich, których możliwość eksploatacji jest aktualnie przewidywana i w zasadzie dotyczy zakładów górnich, a nie złóż jako naturalnych nagromadzeń kopaliny.

Podejmowane próby waloryzacji złóż ujawniają trudności jej przeprowadzenia i prowadzą do wniosku, że:

1. uwzględnianie wielu nierównoważnych kryteriów oceny, powodują złożoność procedur rangowania,
2. różnorodność czynników decydujących o walorach złóż różnych kopalini utrudnia tworzenie jednolitego systemu waloryzacji.

W związku z tym powinno się dążyć do możliwie prostego systemu rangowania, możliwego do zastosowania w odniesieniu do złóż wszystkich kopalini. Na podstawie przeglądu różnych proponowanych sposobów waloryzacji, można wyróżnić dwa

Tab. 2. Kryteria waloryzacji złóż kopalin skalnych  
Table 2. Criterias of valorization of rock minerals' deposits

Grupy cech	Cechy złóż	Kryteria waloryzacji				Uwagi
		Bromowicz i in., 2005	Radwanek-Bąk, 2005	Nieć, 2006	Górecki, Sermet, 2009	
Lokalizacja	Dostępność	+		+	+	
	Zagęszczenie złóż	+	+	+		
	Rodzaj wyrobiska	+				
	Zakład przeróbczy	+				
	Obiekty chronione w TG	+	+	+	++	* w granicach złóż * podziemnych
Środowisko	Ochrona wód	+	+	+	++	* powierzchniowych i przeciwpowodziowa * lasy
	Grunty i lasy chronione	+	+	+	+	
	Osiedla w TG	+	+	+	+	
	Zmiany krajobrazowe, ochrona krajobrazu	+	+	+	+	* bliskość zabudowy
	Oddziaływanie odpadów	+				
Geologiczne	Możliwość racjonalnego zagospodarowania		+	+	+	
	Grupa złóża (zmiennosć złóża)	+	+	+	+	* zmiennosć złóża i jakości kopaliny W tym miąższość i N/Z
	Warunki geologiczno górnice	+	+	+	+	
	Zawodnienie	+	+	+	+	
	Miąższość złóża (Z)	+	+	+	+	
Geologiczne	Grubość nadkładu (N)	+	+	+	+	
	N/Z	+	+	+	+	
	Zasoby bilansowe	+	+	+	+	
	Zasoby przemysłowe	+	+	+	+	
	Jakość kopaliny wg wymagań	+	+	+	+	
Jakość kopaliny	Walory dekoracyjne (kopalin bloczne)	+				Wyróżnia się szereg cech szczególnych * punkt piaskowy
	Skład ziarnowy			+	++	
	Gęstość przestrzenna	+				
	Nasiąkliwość wagowa	+				
	Mrozoodporność	+	+			
Rodzaj kopaliny	Wytrzymałość na ściskanie	+				
	Bloczność	+				
	Wielosturowość		+			
	Dokładność rozpoznania złóża i stopień jego zagospodarowania				+	

zasadnicze, różne obszary tej waloryzacji:

- walorów złożowo-surowcowych (zasobów i jakości kopaliny),
- możliwości wykorzystania złóż uzależnionej od warunków górniczych oraz ograniczeń z tytułu wymagań ochrony środowiska i zagospodarowania przestrzennego.

Waloryzacja powinna się opierać zatem na kryteriach:

- geologiczno-złożowych,
- górniczych,
- środowiskowych,
- planistycznych.

Ważnymi, warunkującymi wykorzystanie złóż są czynniki społeczne. Jednakże mogą one być zmienne w czasie i nie powinny przesądzać o ocenie złoża. Natomiast warunkują one doraźnie możliwość jego zagospodarowania.

Wobec nieporównywalności ocen poszczególnych czynników określających walory złóż proponowana jest ich waloryzacja i hierarchizacja niezależna na podstawie każdej z wymienionych wyżej czterech grup cech. Preferowana jest ocena trójstopniowa każdej cechy, minimalizująca jej możliwy błąd. W takim ujęciu każde złożo może być opisane za pomocą czterech symboli, które reprezentują ocenę walorów złoża dokonaną na podstawie czterech wyżej wymienionych grup kryteriów, odpowiednio: geologiczno-złożowych, górniczych, środowiskowych i planistycznych. Uwzględnia się przy tym tylko te cechy, które mogą być określone niezależnie od zamierzeń odnośnie eksploatacji złoża, które są określane dopiero wówczas, gdy sporządzany jest projekt jego zagospodarowania.

## Zasady waloryzacji złóż kopalin skalnych

### *Kryteria złożowo-surowcowe*

Jako kryteria geologiczno-złożowe przyjęto:

- wielkość zasobów,
- walory surowcowe kopaliny (jakość kopaliny).

Kryteria waloryzacji są określane indywidualnie dla poszczególnych rodzajów kopalin. Kombinacja obu kryteriów daje w efekcie ocenę walorów zasobowo -surowcowych złóż i stanowi podstawę kwalifikacji złóż do jednej z trzech kategorii wartości złoża i odpowiednio potencjalnego jego znaczenia dla gospodarki - w skali: krajowej, regionalnej lub lokalnej, a zarazem kategorii niezbędnej jego ochrony.

Analiza danych dotyczących udokumentowanych złóż, i potrzeb gospodarczych ich wykorzystania w skali ogólnokrajowej, regionalnej i lokalnej pozwala na wyróżnienie trzech kategorii wartości złóż oraz ich potencjalnego znaczenia gospodarczego i potrzeb ich ochrony :

- N - najwyższej ochrony,
- W – wysokiej ochrony,
- Z – zwykłej ochrony

Kategorię złoża (N, W, Z) określają zatem:

- walory zasobowo-surowcowe,
- potencjalne znaczenie gospodarcze: krajowe, regionalne, lokalne.

Proponowane zasady waloryzacji złóż na podstawie kryteriów zasobowo-surowcowych przedstawiono w aneksie 1.

### *Kryteria górnicze*

Kryteria górnicze są dwójakiego rodzaju:

- określające stopień trudności ich ewentualnej eksploatacji,
  - określające możliwość odstawy surowca do odbiorców.
- W przypadku złóż kopalin skalnych eksploatowanych z zasady sposobem odkrywkowym skalę trudności eksploatacji określają przede wszystkim:

- grubość nadkładu,
- stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (N/Z),
- zawodnienie złoża,
- stopień skomplikowania budowy złoża.

Możliwość odstawy surowca do odbiorców jest uzależniona od:

- odległości od sieci drogowej,
- odległości od potencjalnych odbiorców.

Proponuje się ocenę dwu etapową warunków górniczych:

Pierwszy etap: trójstopniowa punktowa ocena w skali 1 (najwyższa) do 3 (najgorsza) w blokach:

- nadkład i N/Z,
- zawodnienie i stopień skomplikowania budowy złoża,
- odległości od sieci drogowej i odległości od potencjalnych odbiorców

Drugi etap: ocena łączna na podstawie sumy punktów w czterech kategoriach:

N – najwyższa, W – wysoka, Z- zadowalająca, X - niezadowolająca

Proponowany sposób waloryzacji górniczej złóż przedstawiono w aneksie 2.

### *Kryteria waloryzacji środowiskowej złóż (ograniczeń dostępności z tytułu wymagań ochrony środowiska)*

Za zasadnicze czynniki ograniczające dostępność złóż można uznać:

- wymagania ochrony przyrody i krajobrazu,
- wymagania ochrony użytkowych wód podziemnych,
- ochronę gleb,
- ochronę lasów.

Kombinacja tych czynników parami i trójstopniowa punktowa skal ich ocen (1 – najmniejsze ograniczenia, 3 – największe) pozwala na podstawie sumy punktów na wydzielenie 3 stopni dostępności złóż: N – najwyższa, W – warunkowa, Z – zastrzeżona.

Proponowany sposób waloryzacji środowiskowej złóż przedstawiono w aneksie 3.

### *Ograniczenia planistyczne możliwości wykorzystania złóż (z tytułu zabudowy terenu)*

Wyróżnić można cztery klasy dostępności terenu w zależności od stopnia zabudowy: N – najwyższa, W- wysoka, Z – zabraniająca, X -wykluczająca (zob. aneks 4).

### *Łączna waloryzacja złoża*

Literowe oznaczenie wyników oceny każdej z wyróżnionych czterech grup kryteriów pozwala na opisanie każdego złoża za pomocą czteroliterowego symbolu: w kolejności walorów: zasobowo-surowcowych, uwarunkowań górniczych, środowiskowych i planistycznych. Przykładowo: NNWN, NZNZ itd. Umożliwia to także przedstawienie wyniku waloryzacji na mapach za pomocą opisu wyniku waloryzacji obok nazwy złoża:

Nazwa złoża

SYMBOL KOPALINY\*

SYMBOL WALORYZACJI ZŁOŻA

\* symbol wg Mapy Geologiczno-Gospodarczej (Geośrodowiskowej) Polski

Na przykład:

Nowy Sącz- Moszczenica

PŻ

WNWN

Praca powstała w ramach projektu pt. „Strategie i Scenariusze Technologiczne Zagospodarowania i Wykorzystania Złóż Surowców Skalnych” (Nr POIG.01.03.01-00-001/09), realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007-2013, Priorytet 1, Działanie 1.3, Poddziałanie 1.3.1 Projekty rozwojowe.

## Aneks 1. WALORYZACJA SUROWCOWA (KATEGORIE OCHRONY) ZŁOŻ KOPALIN SKALNYCH

### Skąły zwięzłe boczne

Jakość / wielkość zasobów	Możliwość uzyskania bloków dużych i bardzo dużych (>1,5 m <sup>3</sup> ) bloków średnich (1,5 – 1,0 m <sup>3</sup> ), o trwałym polerze lub o walorach dekoracyjnych	Możliwość uzyskania bloków średnich i małych (1,5 – 0,5 m <sup>3</sup> ) nie przyjmujących poleru	Możliwość uzyskania bloków małych: do 0,5 m <sup>3</sup>
>10 Mt	N	W	W
10-2 Mt	N	W	W
< 2 Mt	W	W	W

### Wapienie, wapienie margliste

Jakość / wielkość zasobów	>50 % CaO ≤ 2% MgO < 2% SiO <sub>2</sub> , <0,5 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42 – 50 % CaO ≤ 2,5 % MgO bliskość złóż kopaliny korygujących do produkcji cementu	< 50 % CaO i >2,5% MgO albo >50 % CaO, > 2% MgO, >2% SiO <sub>2</sub> , >0,5 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> nie przydatne dla przemysłu wapienniczego lub cementowego
>70 Mt	N	N	waloryzacja jak złóż kopaliny zwięzłych niebłocznych
70- 20Mt	N	W	
<20 Mt	W	W/Z*	

### Dolomity przemysłowe

Jakość / wielkość zasobów	≥19 % MgO, ≤ 1,5% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ≤ 1 % SiO <sub>2</sub>	≥16 % MgO, ≤ 3,0% SiO <sub>2</sub> , ≤ 6,5 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pozostałe (nie przydatne jako dolomity przemysłowe)
>10 Mt	N	W	Waloryzacja jak złóż kopaliny zwięzłych niebłocznych
10-1 Mt	W	W	
< 1Mt	W	W	

### Kwarcyty ogniotrwale, piaskowce kwarcytowe, łupki kwarcytowe, kwarc żyłowy

Jakość / wielkość zasobów	> 99 % SiO <sub>2</sub> , < 0,5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , < 0,5 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	> 98 % SiO <sub>2</sub> , < 1 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> +alkalia	Pozostałe (nie przydatne jako kopaliny kwarcytowe)
>1 Mt	N	W	Waloryzacja jak złóż kopaliny zwięzłych niebłocznych
< 1Mt	W	W	

### Gipsy i anhidryty

Jakość / wielkość zasobów	Gipsy - > 80 % CaSO <sub>4</sub> ·x2H <sub>2</sub> O Anhidryty – ponad 60 % CaSO <sub>4</sub> w profilu złoża Stołość parametrów jakościowych	Pozostałe
>10 Mt	Jakościowych	W
10-1 Mt	Jakościowych	W
< 1 Mt	Jakościowych	W

## Inne skały związane nie bloczne

Jakość / Wielkość zasobów	Do produkcji kruszyw budowlanych lub drogowych >50% I klasy*	Do produkcji kruszyw budowlanych lub drogowych - głównie II klasy*	Do produkcji kruszyw budowlanych lub drogowych III i niższych*
>20 Mt	W	W	Z
20-5 Mt	W	Z	Z
< 5Mt	Z	Z	Z

\* wg dotychczasowych norm dla budownictwa drogowego

## Kopaliny skaleniowe i skaleniowo-kwarcowe

Jakość / Wielkość zasobów	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} > 8,0 \%$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 \leq 0,5\%$	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} \geq 6,0-8,0 \%$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 0,5-1,0\%$	Pozostałe
>5 Mt	N	W	Waloryzacja jak kopaliny związanych nieblocznych
1- 5 Mt	W	W	

## Magnezyty

Jakość / Wielkość zasobów	Spełniające obecne kryteria bilansowości
>10 Mt	W
10-1 Mt	W
< 1Mt	W

## Piaski i żwiry

Jakość / Wielkość zasobów	Zawartość frakcji $\geq 2,0$ (2,5) mm* ponad 50 % (punkt piaskowy <50%)	Zawartość frakcji żwirowej* 50–25% (punkt piaskowy 50-75%)	Zawartość frakcji żwirowej* poniżej 25% (punkt piaskowy >75%)
>20 Mt	W	W	Waloryzowane jako piaski
10-5Mt	W	Z	
< 5 Mt	Z	Z	

\* zawartość frakcji żwirowej i grubszej lub punkt piaskowy (zawartość frakcji poniżej 2,5 mm lub 2,0 mm) średnia w profilu złoża . W przypadku złóż dwukopalinowych (piasków i piasków ze żwirem w wydzielanych odrębnie warstwach - średnia w całej serii piasków i piasków ze żwirem)

## Piaski

Jakość / Wielkość zasobów	>95 % $\text{SiO}_2$ (ziaren kwarcu), <0,1 % $\text{Fe}_2\text{O}_3$ w piasku płukanym	>85 % ziarn kwarcu, < 5 % pyłów mineralnych	Pozostałe (zwykle piaski budowlane)	
			- 10-25 % frakcji żwirowej w regionach deficytowych*	do 25 % frakcji żwirowej poza regionami deficytowymi
>10 mln t	N	Jakościowych	W	Z
10-1 mln t	W	Jakościowych	W	Z
< 1 mln t	Z	Jakościowych	Z	Z

\* Regiony deficytowe: województwa: świętokrzyskie, lubelskie, łódzkie, mazowieckie, wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, pomorskie

## Kopaliny bentonitowe

Jakość / wielkość zasobów	Spełniające obecne kryteria bilansowości
>0,2 Mt	W
<0,2 Mt	Z

## Kopaliny ilaste przydatne do specyficznych zastosowań

Jakość/ wielkość zasobów	Kopaliny dokumentowane jako kopaliny kaolinowe <sup>1</sup> : <1,2% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , białość po wypaleniu w 1350°C >75%	Kopaliny dokumentowane jako łyt białe wypalające się <sup>2</sup> : wytrzymałość na zginanie po wysuszeniu >2 MPa, białość po wypaleniu w 1200°C >70%, nasiąkliwość po wypaleniu w 1200°C <6%	Kopaliny dokumentowane jako łyt ogniotrwałe: ogniotrwałość >1650°C, >23% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , <3,2% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kopaliny dokumentowane jako łyt kamionkowe lub łyt ceramiki budowlanej, przydatne jako łyt kamionkowe: nasiąkliwość po wypaleniu w 1200°C <6%, zawartość frakcji >0,06 mm <15%	Pozostałe
>5 Mt	N	N	N	W	Waloryzowane jako kopaliny ilaste ceramiki budowlanej
1-5 Mt	N	N	W	W	
<1 Mt	W	W	Z	Z	

<sup>1</sup> parametry surowca po szlamowaniu, <sup>2</sup> parametry kopaliny ilastej w stanie surowym lub kopaliny ilasto-piaszczystej po szlamowaniu

## Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej i produkcji keramzytu

Jakość/ wielkość zasobów	Kopaliny ilaste dokumentowane do produkcji keramzytu: >40% frakcji <0,01 mm, współczynnik pęcznienia >2,5	Kopaliny ilaste do produkcji wyrobów dachowych: skurczliwość suszenia >8%, zawartość „margla” <0,05%	Kopaliny ilaste do produkcji wyrobów cienkościennych ceramiki budowlanej: skurczliwość suszenia >7%, zawartość „margla” <0,1%	Pozostałe
>5 Mm <sup>3</sup>	W	Jakościowych	W	Z
1-5 Mm <sup>3</sup>	W	Jakościowych	Z	Z
<1 Mm <sup>3</sup>	Z	Jakościowych	Z	Z

Złoża kopaliny ilastej do produkcji glinoporytu oraz lessów – są wyłączone spod ochrony .

Złoża: ziemi krzemionkowej, diatomitów , torfu, kredy jeziornej – ochrona zwykła (Z)

## Bursztyny

Jakość / Wielkość zasobów	Złoża pokładowe (w osadach paleogeńskich)	Złoża gniazdowe (w osadach holoceniowych, krach glacialnych itp.)
>100 t	N	N
100-10 t	N	W
< 10 t	W	W

## Aneks 2. WALORYZACJA GÓRNICZA ZŁOŻ KOPALIN SKALNYCH

## 1. Warunki występowania złoża – nadkład (punktacja 1 - 3)

N/Z	Grubość nadkładu [m]		
	Do 2	2 – 8	>8 <8 trudno urabialny
<0,5	1	2	3
0,5 – 1	2	2	3
>1	3	3	3

\*wymaga użycia materiałów wybuchowych

## 2. Stopień skomplikowania budowy złoża i dopływ wody (punktacja 1- 3)

Budowa wewnętrzna złoża, tektonika grupa zmienności**	Dopływ wody		
	Złoże suche lub eksploatacja spod wody	Wyrobisko wglębne*. Tylko wody opadowe (ze strefy drenażu)	Wyrobisko wglębne*. Dopływ z poziomów wodonośnych
Budowa prosta, jednorodna Gr. I	1	2	3
Złożona, kilka odmian kopaliny (eksploatacja selektywna) Gr. II lub Gr. I. urabialność trudna	2	2	3
Złożona j.w. oraz liczne ciała obce (kras, dajki), brak ciągłości (uskoki) Gr.III	3	3	3

\* przewidywane, \*\* wg. Zasad dokumentowania złóż

## 3. Dostępność złoża (punktacja 1- 3)

Dostępność komunikacyjna	Odbiorcy surowca		
	Bliscy PŻ do 50 km KŁ do 100 km W, ICB do 2 Inne bez ograniczeń	Dalecy PŻ do 100 km KŁ do 200 km W do 20 ICB do 5	bardzo dalecy lub brak
Dobra przy głównych szlakach komunikacyjnych (do 10 km) istnieją drogi dojazdowe (powiatowe)	1	2	3
Utrudniona, główne szlaki komunikacyjne >10 km istnieją drogi dojazdowe powiatowe	2	2	3
Brak, główne szlaki komunikacyjne >10 km, brak dróg dojazdowych	3	3	3

PŻ –piaskowo-zwirowe, KŁ – kamień łamany, W – wapień, ICB – ily ceramiki budowlanej

## KLASA ZŁOŻA (waloryzacji górniczej):

Skala ocen	
Suma punktów	Klasa złoża
3-4	N
5-6	W
7-8	Z
9	X

## Aneks 3. WALORYZACJA ŚRODOWISKOWA ZŁOŻ

## 1. Ochrona krajobrazu, przyrody i wód podziemnych (punktacja 1- 3)

Wody podziemne	Ochrona krajobrazu lub przyrody		
	Brak	OchK lub przyległe do parku Krajobrazowego lub obszaru Natury 2000	Park Krajobrazowy, obszar Natura 2000
Brak chronionych	1	2	3
UPUP	2	2	3
GZWP	3	3	3

## 2. Ochrona gleb i lasów (punktacja 1- 3)

Ochrona lasów	Ochrona gleb		
	Klasa IV –VI	Klasa I – IV do 30 % obszaru	Klasa I-IV > 30% obszaru
Brak	1	2	3
Lasy do 30 % powierzchni	2	2	3
Lasy 30- 90 % powierzchni	3	3	3
Lasy 90- 100 % powierzchni	6		

KLASA ZŁOŻA (waloryzacji środowiskowej):

Skala ocen	
Suma punktów	Klasa złoża
2-3	N
4-5	W
6	Z

## Aneks 4. OGRANICZENIA PLANISTYCZNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ZŁOŻA

Skala ocen	
% powierzchni bez ograniczeń	Klasa złoża
90-100	N
30 – 90	W
10 - 30	Z
do 10 %	X

## Literatura

- [1] Nieć M., Myszk R., *Prognozowanie, dokumentowanie i ochrona złóż w warunkach gospodarki rynkowej*. Gór. Odkryw. nr 2–3, 2000
- [2] Nieć M., *Problemy ochrony złóż kopalni*. Przegl. Geol. 51, 10, 2003
- [3] Radwanek-Bąk B., *Kryteria waloryzacji złóż kopalni skalnych dla ich ochrony*. Gór. Odkryw. nr 2–3, 2002
- [4] Bromowicz J., Figarska-Warchoł B., Karwacki A., Kolasa A., Magiera J., Rembiś M., Smoleńska A., Stańczak G., *Waloryzacja polskich złóż kamieni budowlanych i drogowych na tle przepisów Unii Europejskiej*. Wyd. AGH, Kraków, 2005
- [5] Uberman R., Uberman R., *Wycena wartości złóż kopalni*. Wyd. AGH, Kraków, 2008
- [6] Fettweis G.B., *World coal resources. Methods of assessment and results*. Elsevier, Amsterdam, 1979
- [7] Крейтер В. М., *Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых*. Госгеолтехиздат, Москва, 1960 (Kreiter W. M., *Poiski i razwiedka mestorożdeniu poleznych iskopajemych*. Gesgeoltechizdat, Moskwa, 1960).
- [8] Górecki J., Nieć M., *Ocena geologiczno-górnictwowych warunków eksploatacji złóż węgla kamiennego w Polsce*. Przegl. Geol., 31, 2, 1983
- [9] Jureczka J., Galos K., *Propozycje kryteriów waloryzacji złóż i obszarów perspektywicznych węgla kamiennego pod kątem ich ochrony*. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN nr 79, 2010
- [10] Piwocki M., Kasiński J., *Metoda ekonomiczno-socjologicznej waloryzacji złóż węgla brunatnego*. Przegl. Geol. 35, 5, 1993
- [11] Piwocki M., Kasiński J., *Mapa waloryzacji ekonomiczno-środowiskowej złóż węgla brunatnego w Polsce*. 1:750 000. Wyd. PIG Warszawa, 1994
- [12] Kasiński J., Mazurek S., Piwocki M., *Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce*. Prace PIG nr 187, Warszawa, 2006
- [13] Radwanek-Bąk B., *Zasady waloryzacji złóż kopalni skalnych w celu ich ochrony*. CAG –PIG, Warszawa, 2004
- [14] Radwanek-Bąk B., *Podstawy waloryzacji złóż dla ich ochrony*. Przegl. Geol. 53, 5, 2005
- [15] Nieć M., *Złoża kruszywa naturalnego w dolinach Dunajca, Uszwicy i Raby i ich zagospodarowanie. Waloryzacja złóż i obszarów perspektywicznych*. W: Programowanie eksploatacji i zagospodarowania terenów pogórnictwowych złóż kruszywa naturalnego w dolinach rzek karpackich na przykładzie Karpat Zachodnich. Wyd. AGH, Kraków, 2006
- [16] Górecki J., Sermet E., *Stopień geologiczno-górnictwowej atrakcyjności udokumentowanych złóż kruszyw naturalnych żyrowych*. Surowce i Maszyny Budowl. nr 2 (415), 2009
- [17] Stryżewski M., *Metoda waloryzacji górnictwowej ekonomicznej złóż kruszyw naturalnych*. Prace Nauk. Instytutu Górnictwa Polit. Wrocław. nr 109, 2005

- [18] Stryszewski M., *Metoda waloryzacji górniczo-ekonomicznej złóż kruszyw naturalnych*. Prace Nauk. Instytutu Górnictwa Polit. Wrocław. nr 132, 2011.
- [19] Kozłowski Z., Nowak J., Kasiński J., Kudelko J., Sobociński J., Uberman R., *Techniczno-ekonomiczny ranking zagospodarowania złóż węgla brunatnego w aspekcie założeń polityki energetycznej Polski*. Oficyna Wyd. Polit. Wrocław. Wrocław, 2008
- [20] Uberman R., Ostrega A., *Zastosowanie metody AHP do waloryzacji złóż węgla brunatnego*. Górnictwo i Geoinżynieria, 31, 3, 2008

Artykuł recenzował prof. dr hab. inż. Jerzy Bednarczyk  
Rękopis otrzymano 21.09.2011 r. \* 2216



Fot. Ze zbiorów Pracowni NS w Poltegor-Instytut