

## UWAGI O USTALANIU BILANSOWOŚCI ZŁOŻ WĘGLA BRUNATNEGO W OKRESIE ICH GEOLOGICZNEGO ROZPOZNANIA

Nie ma potrzeby szerzej wyjaśniać, jakie praktyczne znaczenie dla gospodarki narodowej ma prawidłowe ustalenie i stosowanie kryteriów bilansowości, tj. wymogów stawianych złożom surowców mineralnych w zakresie ilości, jakości oraz górniczo-technicznych warunków eksploatacji, przy których wykorzystanie złoża jest ekonomicznie uzasadnione. O znaczeniu tego problemu świadczy fakt, że był on w lipcu 1962 r. przedmiotem obrad grupy geologicznej przedstawicieli państw-członków RWPG.

Kryteria bilansowości dają podstawę do obliczania i zatwierdzania zasobów jako bilansowych i pozabilansowych oraz do określenia ekonomicznej celowości eksploatacji tego lub innego złoża.

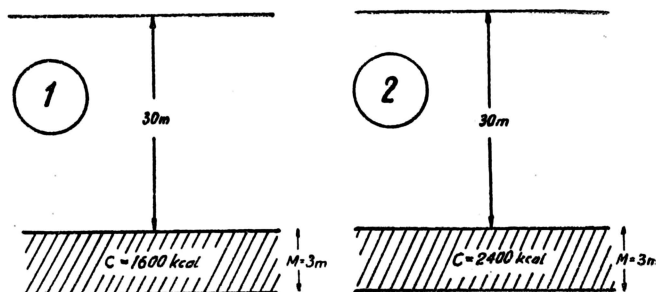
Kryteria bilansowości wynikają z podstawowych elementów ekonomicznych, takich jak: zapotrzebowanie gospodarki narodowej na dany surowiec, bilans jego zasobów oraz koszty wydobycia.

Za podstawowe wskaźniki bilansowości należy uważać wielkość złoża, a szczególnie jakość surowca, tj. minimalną średnią zawartość składnika użytecznego lub minimalną technologiczną jego jakość. Kryterium jakości podaje graniczne wartości, przy których określony surowiec w danym okresie czasu może być efektywnie wykorzystany, a kryterium wielkości złoża określa minimalną wielkość jego skupienia, przy którym będzie opłacalne założenie kopalni. Pozostałe parametry bilansowości należy uznać jako dodatkowe. Dotyczą

one w zasadzie formy złoża, głębokości jego zalegania, rozmieszczenia w nim składników użytecznych i szkodliwych, geologicznego otoczenia i innych czynników mających wpływ na górniczo-techniczne warunki eksploatacji, a tym samym na koszty wydobycia.

W artykule niniejszym chcę poruszyć zagadnienie metody stosowania kryteriów bilansowości przy klasyfikowaniu na ich podstawie złóż jako bilansowych lub pozabilansowych przez służbę geologiczną<sup>1</sup>. Zagadnienie to omówię na przykładzie węgla brunatnego.

Według obowiązujących obecnie zasad, bilansowość złóż węgla brunatnego warunkują następujące podstawowe parametry: minimalna wartość opałowa, minimalna wielkość zasobów, minimalna grubość pokładu, maksymalna głębokość jego zalegania, maksymalny stosunek nadkładu do węgla (N : W) oraz warunki hydrogeologiczne. Aby złożo było zaliczone do bilansowego, powinno spełnić wszystkie graniczne warunki kryteriów bilansowych. Z drugiej strony, jeżeli złożo w czasie



Ryc. 1.

Fig. 1

geologicznego rozpoznawania nie osiągnęło wymaganej granicznej wielkości jednego z parametrów, nie jest uznawane przez dokumentatorów i KZK za bilansowe.

Ten sposób stosowania kryteriów bilansowości nie uwzględnia wzajemnego kompensowania poszczególnych parametrów. Tymczasem kryteria te, mając oceniać ekonomiczną celowość eksploatacji złoża, powinny być stosowane tak, aby uwzględniały kompleksowo wszystkie warunki geologiczne, wpływające na koszt wydobycia jednostki tego surowca.

Niesłuszność obecnie stosowanego podejścia do zagadnienia można pokazać na następującym przykładzie dla złóż energetycznego węgla brunatnego.

Rozpatrzmy 2 złoża (ryc. 1) występujące w podobnych warunkach geologicznych i będące na pograniczu bilansowości. Złoża te różnią się tylko wartością opałową węgla, przy czym węgiel w złożu drugim ma wartość opałową półtorakrotnie większą.

<sup>1</sup> Przedstawione niżej krytyczne uwagi nie dotyczą metody ustalania przez biura projektowe ekonomicznej celowości eksploatacji złóż.

Na każdy metr grubości nadkładu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni złoża przypada:

w złożu 1 — 160 000 kal.  
 „ 2 — 240 000 „

Jeżeli założymy, że złożo 2 występuje nie na głębokości 30 m, lecz np. 39 m, wówczas wartość N : W wyniesie 13 : 1 i tym samym nie spełnia warunków bilansowości. Tymczasem na 1 m miąższości nadkładu będzie przypadało ok. 185 000 kal., tj. więcej niż w złożu 1, które ma podstawy do uznania za bilansowe.

Ekonomiczne warunki eksploatacji obu złóż będą podobne<sup>2</sup> ze względu na rozpatrywane dwa parametry (stosunek N : W i wartość opałową), jeżeli złożo 2 będzie występowało na głębokości 45 m, a stosunek N : W będzie miał wartość 15 : 1, tj. półtorakrotnie większą niż złożo 1. Znaczy to, że skoro złożo 1 jest bilansowe, to złożo 2 powinno być również bilansowe, gdyby nawet miało stosunek N : W równy 15 : 1.

Z przytoczonego przykładu dotyczącego tylko dwóch parametrów widoczna jest możliwość wzajemnego ich uzupełniania się oraz możliwość, przy stosowaniu obecnych metod, zaliczenia lepszych złóż do pozabilansowych, a gorszych od nich do bilansowych. Wynika z tego, że o bilansowości złoża lub zwartej jego części powinna stanowić wypadkowa wszystkich podlegających uwzględnieniu parametrów, a nie ich wartości graniczne, bez ich wzajemnego związku.

Zakładając, że złożo jest bilansowe przy wartości opałowej równej 1600 kal. i stosunku N : W równym 10 : 1, wzajemny związek tych parametrów można by ująć następująco:

$$(N : W) \cdot \alpha \leq A \quad (1) \text{ gdzie}$$

- $\alpha = \frac{C_d}{C_z}$  — stosunek wartości opałowej dopuszczalnej ( $C_d = 1600$  kal) do wartości opałowej badanego złoża ( $C_z$ )
- N : W — średnioważony stosunek nadkładu do węgla na badanym złożu
- A — ekonomicznie uzasadniona maksymalna wartość. Wartość ta jest różna dla złóż o różnej wielkości i nie powinna przekroczyć 10 wg obecnie obowiązujących wymogów.

Dla omawianego wyżej przykładu dwu złóż przy  $A \cong 10$  dostaniemy

$$\alpha_1 = \frac{1600}{1600} = 1; \quad \alpha_2 = \frac{1600}{2400} \cong 0,67$$

wówczas otrzymamy:

$$\text{dla złoża 1 } (10 : 1) \cdot 1 = 10$$

$$\text{dla złoża 2 } (10 : 1) \cdot 0,67 < 10$$

<sup>2</sup> Dla uproszczenia, co nie zmienia zasady rozumowania, przyjęto liniowe a nie objętościowe wielkości N : W.

Wynika z tego, że złożo 1 jest na samej granicy bilansowości, natomiast złożo 2 o ok. 33% oddalone od tej granicy.

Tak jak wartość opałowa węgla wpływa na ekonomicznie uzasadnioną graniczną wartość stosunku N:W, podobnie wpływ mają również warunki hydrologiczne i geologiczno-inżynierskie. Ponieważ jednak brak ilościowego ich scharakteryzowania, praktycznie biorąc, nie są uwzględnione przy ustalaniu bilansowości złóż przez geologów i zatwierdzaniu zasobów przez KZK. Korzystne warunki zarówno odwadniania, jak i geologiczno-inżynierskie, powodując zmniejszenie kosztów udostępniania i eksploatacji złoża, przesuwają graniczną wartość stosunku N:W w stronę jego zwiększenia.

Odwrotnie, złe warunki — powodują zmniejszenie tego wskaźnika. Oczywiście, że warunki często są w jakimś stopniu pośrednie, np. korzystne warunki wodne i mniej korzystne geologiczno-inżynierskie lub odwrotnie. Wówczas będą one w jakimś określonym stopniu nawzajem się znosić i tylko ich wypadkowa powinna wpływać na wartość dopuszczalnego dla danego złoża stosunku N:W.

O ile wpływ wartości opałowej na wielkość dopuszczalnego stosunku N:W jest dość łatwy do ustalenia i stosowania, o tyle ustalenie wpływu warunków hydrologicznych i geologiczno-inżynierskich jest trudniejsze i bardziej złożone.

Trudność wynika m.in. z dużego stopnia skomplikowania tych warunków w odniesieniu do trzeciorzędowych złóż węgla brunatnego. Jednocześnie warunki te powinny być scharakteryzowane na podstawie znacznie mniejszej ilości danych, niż wymaga tego stopień ich zmienności. Ponieważ ten niedobór danych występuje zwłaszcza na etapie poszukiwań i wcześniejszego rozpoznania złoża, w którym szczególnie ważne jest prawidłowe ustalenie jego bilansowości przez geologa<sup>3</sup>, konieczne jest znalezienie jakiejś bardzo uproszczonej metody, której stosowanie byłoby możliwe już we wstępnym i początkowym stadium rozpoznawania złoża.

Wydaje się, że jakoś warunków geologiczno-inżynierskich w dużym uproszczeniu można by sprowadzić do stosunku odmian litologicznych nadkładu złoża z podziałem na utwory piaszczyste, pylaste i gliniasto-ilaste. Wynika to z faktu, że w zależności od litologii nadkładu zmieniają się warunki jego urabialności, możliwość stosowania określonych maszyn, kąta nachylenia skarp, co oczywiście jest w bezpośrednim związku z kosztami wydobycia 1 tony węgla.

Warunki hydrologiczne złoża mogłyby natomiast być scharakteryzowane wskaźnikiem,

<sup>3</sup> W późniejszych stadiach rozpoznawania oprócz geologów, bilansowość złoża ustala analitycznie z uwzględnieniem wszystkich warunków, biuro projektowe.

określającym szacunkowo obciążenie wydobycia 1 t węgla ilością przewidzianej do wypompowania wody. Wówczas istniałaby konieczność znalezienia sposobu szacunkowego prognozowania tego wskaźnika na podstawie bardzo nieraz skąpych danych, które stoją do dyspozycji geologa w początkowym stadium rozpoznawania złoża. Wymagałoby to uprzedniego wykonania odpowiedniej analizy metodą analogii do istniejących złóż eksploatowanych lub hydrologicznie szczegółowo rozpoznanych i ustalenia, jak wpływają na omawiany wskaźnik takie parametry, jak: wielkość złoża, współczynnik filtracji (wstępnie może być ustalony z krzywych uziarnienia), sąsiedztwo powierzchniowych zbiorników wody itp.

Przyпускać należy, że wpływ omawianego wskaźnika oraz wskaźnika wartościującego warunki geologiczno-inżynierskie na zmianę stosunku N:W, nie powinien nastroczać poważnych trudności. Jeżeli zatem, jak wspomniano wyżej, przez  $\alpha$  określimy  $\frac{C_a}{C_z}$ ; przez  $\beta$  — warunki geologiczno-inżynierskie; przez  $\gamma$  — hydrogeologiczne, wówczas ogólna zależność uwzględniająca cztery najważniejsze parametry przedstawiałaby się następująco:

$$\alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot (N:W) \leq A$$

Z równania tego wynika, że wskaźniki  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  wartościujące jakoś węgla w złożu, warunki geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne — będą pozornie zwiększać lub obniżać geologiczny stosunek N:W. Ta pozorna wartość stosunku N:W będzie zawierała w sobie treść ekonomiczną wzajemnie uzupełniających się podstawowych czterech parametrów złoża i warunków jego zalegania wpływającą na koszty eksploatacji. I tak na przykład, w korzystniejszych warunkach, kiedy iloczyn  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  będzie mniejszy od jedności, pozorna wartość N:W będzie mniejsza od geologicznej i odwrotnie. Przyjmując  $\alpha = 1$  dla  $C_z = 1600$  kal. oraz  $\beta = 1$  i  $\gamma = 1$  dla średnich warunków hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich, wartość pozorna stosunku N:W zrówna się z wartością geologiczną, tj.  $N:W \leq A$ .

Przyjmując, że obecnie obowiązująca maksymalna wartość  $A = 10$  odpowiada średnim wartościom  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , można napisać:

$$\alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot (N:W) \leq 10 \quad (2)$$

Znaczy to, że w warunkach korzystniejszych od średnich złożo będzie bilansowe nawet wówczas, gdy geologiczny stosunek N:W będzie większy niż 10. Odwrotnie, przy warunkach gorszych od średnich złożo będzie już niebilansowe przy N:W mniejszym niż 10.

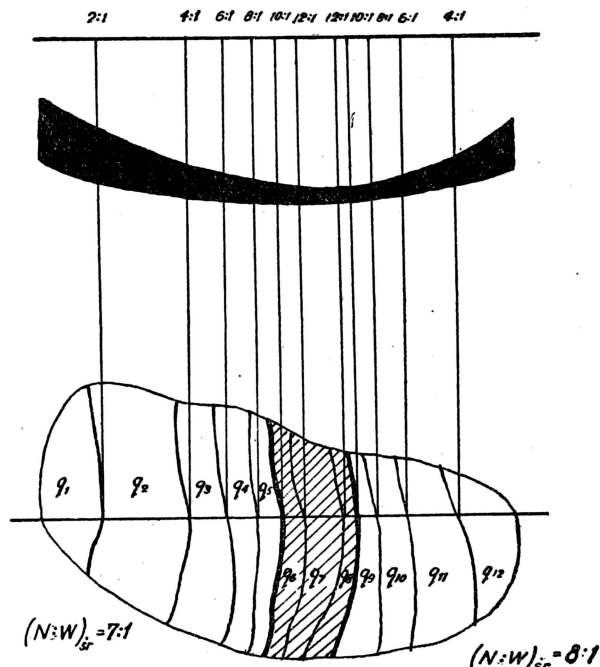
Przedstawione wyżej rozważania wskazują na możliwość rozwiązywania tego praktycznie ważnego zagadnienia. Sama forma ujęcia nie koniecznie musi być taka, jak tu przedstawiono przykładowo, tj. sprowadzająca zagadnienie do umownej wartości N:W. Forma ujęcia

problemu może być inna, gdy będzie wygodniejsza i prostsza w posługiwaniu się.

Najważniejsze jest dopełnienie podstawowej zasady, aby o bilansowości złoża stanowiła wypadkowa podstawowych jego parametrów, mających istotny wpływ na wydobycie odpowiedniej ilości węgla, równoważnej jednostce opałowej, na przykład 1 tonie tzw. paliwa umownego.

Ustalenie liczbowych wartości poszczególnych parametrów ( $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ ) powinno być wynikiem ścisłej współpracy geologów, projektantów kopalń i ekonomistów. Będzie to niewątpliwie praca dość trudna i żmudna. Wynik jednak, który zostanie osiągnięty w postaci możliwości realniejszej oceny wartości poszczególnych złóż i całej bazy surowcowej węgla brunatnego, całkowicie okupi włożony wysiłek.

Na zakończenie chcę jeszcze krótko poruszyć sprawę bilansowości całego złoża lub jego części. Dotyczy to stosowanej w dokumentacjach geologicznych metody ustalenia bilansowości części złóż na podstawie wartości N:W. Zagadnienie to można zilustrować na następującym przykładzie (ryc. 2).



Ryc. 2.

Fig. 2

Na rysunku tym przedstawione jest złożo, które spełnia kryterium jakości, tj. jego wartość opałowa jest większa niż 1600 kal. Ze względu na ułożenie przestrzenne ma ono w różnych miejscach inną wartość N:W, co pokazują izolinie tego wskaźnika. Przy zestawianiu dokumentacji geologicznych przyjmuje się przeważnie, że ta część złoża, która leży poza obrębem izolinii N:W = 10:1, jest pozabilansowa (na rysunku zakreskowana).

Niesłuszność takiego ujęcia zagadnienia wynika z tego, że poszczególne części złoża o róż-

nych wartościach N:W mogą się nawzajem kompensować. Tak na przykład, bilansowa lewa część złoża ograniczona izoliniami 10:1 może mieć średniowąną wartość N:W równą 7:1, a prawa 8:1, tj. mniejszą niż 10:1. Wówczas będziemy mieli do czynienia ze sztucznym i nieuzasadnionym zaostreniem kryterium N:W i niecałkowitym wykorzystaniem zasobów złoża. Może się przy bliższym zbadaniu okazać, że całe złożo lub jego część, ograniczona np. izoliniami 12:1, ma średniowąny stosunek N:W mniejszy niż 10:1.

W celu wyeliminowania tych błędów proponowałbym następujący sposób obliczania:

$$\frac{q_1 \cdot A_1 + q_2 \cdot A_2 + q_3 \cdot A_3 \dots q_n \cdot A_n}{q_1 + q_2 + q_3 \dots q_n} = A$$

$A_1, A_2, \dots, A_n$  — wartości stosunków N:W dla poszczególnych wycinków złoża o zasobach  $q_1, q_2, \dots, q_n$

$A$  — graniczna wartość jak we wzorze (1).

Oczywiście, że uwzględniając jednocześnie inne parametry wpływające na bilansowość złóż, będziemy dostawali pełniejsze i dokładniejsze dane dla podziału złoża na części bilansowe i pozabilansowe. Uwzględniając na przykład, dodatkowo wartość opałową, powyższy wzór przyjmie następującą postać:

$$\frac{q_1 \cdot A_1 \cdot \alpha_1 \cdot A_2 \cdot \alpha_2 \dots q_n \cdot A_n \cdot \alpha_n}{q_1 \cdot \alpha_1 \cdot q_2 \cdot \alpha_2 \dots q_n \cdot \alpha_n} \cong A$$

$\alpha = \frac{C_d}{C_z}$  jak wyżej dla poszczególnych wycinków złoża o zasobach  $q_1, q_2, \dots, q_n$ .

Podobnie mogą być ewentualnie uwzględniane warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, tj.  $\beta$  i  $\gamma$ . Celowość ich uwzględniania będzie zależała od stopnia ich zmienności między poszczególnymi wycinkami złoża. Już obecnie celowe jest przy ustalaniu bilansowości zasobów całego złoża lub jego części stosować zasadę ujętą przede wszystkim we wzorze (3) i ewentualnie w (4). Jest to obecnie nie tylko celowe, lecz i całkowicie możliwe.

## SUMMARY

The article deals with some problems concerning method of balance criterion application when classifying deposits as being either payable or non-payable ones. The author criticizes a present method, which is applied now in geology and based on a control operation showing only, whether deposit investigated fulfills all the established extreme values of the balance parameters. Of the author's considerations results that during application of that method there exist possibilities to classify the "better" deposit as a non-payable one, and inversely, to regard the "worse" deposit for a payable one. As a result of the considerations the author draws conclusions that balance of a deposit or of its close part should depend not upon their extreme values, without their mutual connections, but on a resultant of all the parameters being taken into consideration.

The author presents forms, by means of which one could realize the method discussed in the paper.