

PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA ZŁOŻA PODSTAWĄ DLA KOMPLEKSOWEJ I RACJONALNEJ GOSPODARKI ZASOBAMI KOPALIN

THE FEASIBILITY STUDY OF DEPOSIT EXPLOITATION AS A BASIS FOR COMPLEX AND RATIONAL DEVELOPMENT OF MINERAL COMMODITIES

Ryszard Uberman - IGSMiE PAN w Krakowie

Wojciech Naworyta - AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia związane z opracowaniem projektu zagospodarowania złoża dla eksploatacji złóż kopalni metodą odkrywkową. Poddano pod dyskusję problem okonturowania złoża jako kompromis pomiędzy pełnym wykorzystaniem zasobów bilansowych, a minimalizacją kosztów zdejmowania nadkładu. Podkreślono znaczenie właściwego doboru technologii wydobywania dla racjonalnego wykorzystania zasobów. Omówiono zagadnienie wykorzystania kopalni towarzyszących. Wymieniono wybrane metody modelowania złóż pod kątem projektowania górniczego. Przedstawiono znaczenie zagadnień środowiskowych w projektach zagospodarowania złoża, a także problem oceny oddziaływania eksploatacji na środowisko. W podsumowaniu podkreślono znaczenie oceny ekonomicznej projektowanej eksploatacji.

Słowa kluczowe: projekt zagospodarowania złoża, kopalnia odkrywkowa, wykorzystanie zasobów

The selected issues connected to the elaboration of feasibility study for open cast mines have been presented in the paper. The problem of open pit contours, as a compromise between full extraction of reserves and minimization of the costs of overburden removal, has been discussed. The importance of the proper choice of the exploitation technology for rational utilization of reserves has been stressed. The problem of utilization of accompanying minerals has been described. The selected modeling methods useful in the process of feasibility study elaboration have been mentioned. The importance of environmental issues in feasibility study, as well as problem of environmental impact assessment for future exploitation, has been stressed.

Key words: feasibility study, open cast mine, mineral reserves utilization

Wstęp

Zgodnie z przepisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górniczego (Dz. U. 2011.163.989) przedsiębiorca ubiegający się o koncesję na wydobywanie kopaliny ze złoża, obowiązany jest opracować i przedłożyć organowi koncesyjnemu projekt zagospodarowania złoża (PZZ). Z obowiązku tego zwolnieni są przedsiębiorcy ubiegający się o tzw. koncesję starosty. W tych przypadkach sposób wydobywania kopaliny i zasady gospodarki złożem określa koncesja.

Projekt zagospodarowania złoża jest dokumentem strategicznym określającym sposób gospodarowania złożem kopaliny w okresie obowiązywania koncesji. W oparciu o jego ustalenia sporządzany jest plan ruchu zakładu górniczego, którego rozwiązania powinny stanowić uszczegółowienie generalnej koncepcji eksploatacji złoża.

Szczegółowe wymagania dotyczące projektów zagospodarowania złoża określa rozporządzenie Ministra Środowiska z

dnia 24 kwietnia 2012 r. (Dz. U. 2012.511). Zgodnie z intencją ustawodawcy projekt ma zapewnić racjonalną gospodarkę złożem przez racjonalne i kompleksowe wykorzystanie kopaliny głównej i kopalni towarzyszących.

Podstawa wykonania, cel i zakres projektu zagospodarowania złoża

Projekt zagospodarowania złoża wykonuje się na podstawie informacji o złożu zawartej w dokumentacji geologicznej. Należy mieć na uwadze, że jeśli dokumentacja geologiczna złoża ma być podstawą uzyskania koncesji, rozpoznanie złoża musi być przeprowadzone w stopniu umożliwiającym sporządzenie projektu zagospodarowania złoża (art. 89 ust. 4 Pgg). Ustawa nie określa jednak jaki to ma być stopień rozpoznania. Warunek ten doprecyzowuje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny (Dz. U. 2011.291.1712). W § 6 ust. 1 pkt 3 stwierdza

się, że w kategorii C_1 stopień rozpoznania złoża jest wystarczający do opracowania projektu zagospodarowania złoża, w tym do szczegółowego określenia formy, budowy, tektoniki złoża i jakości kopaliny w złożu, warunków geologiczno-górnictwowych eksploatacji oraz do dokonania oceny wpływu przewidywanej eksploatacji na środowisko. Projektując zagospodarowanie złoża udokumentowanego w kat. C_1 trzeba mieć świadomość, że błąd szacowania zasobów i podstawowych parametrów złoża nie przekracza $\pm 30\%$. W praktyce projektowej zwłaszcza projektując zagospodarowanie dużych złóż węgla brunatnego dąży się do tego, aby rejon udostępnienia złoża rozpoznać w kategorii B, która cechuje się błędem szacowania nie większym niż $\pm 20\%$.

Projekt zagospodarowania złoża obok dokumentacji geologicznej jest podstawą wyznaczenia obszaru górnictwowych. Sporządzając PZZ należy mieć również na uwadze fakt, że stanowiąc on będzie, po uzyskaniu koncesji, podstawę dla wykonania planu ruchu zakładu górnictwowych (art. 108 ust. 3 Pgg „Plan ruchu zakładu górnictwowych sporządza się z uwzględnieniem warunków określonych w koncesji oraz projekcie zagospodarowania złoża...”).

Szczegółowe wymagania dotyczące zakresu, formy (opisowej, graficznej i tabelarycznej) określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. Rozwijając przepis art. 26 ust. 3 Pgg rozporządzenie w § 1.1 formułuje szczegółowe wymagania odnośnie zakresu PZZ, który powinien określać:

- 1) Optymalny wariant racjonalnego wykorzystania zasobów złoża, w szczególności przez kompleksowe i racjonalne wykorzystanie kopaliny głównej i kopaliny towarzyszących.
- 2) Działania niezbędne w zakresie ochrony środowiska, w tym technologię eksploatacji zapewniającą ograniczenie ujemnych wpływów na środowisko.

Opracowanie optymalnego wariantu zagospodarowania i wykorzystania złoża kopaliny powinno uwzględniać:

- geologiczne warunki występowania złoża, techniczne możliwości oraz ekonomiczne uwarunkowania wydobycia kopaliny,
- przewidywany sposób likwidacji zakładu górnictwowych, ochrony pozostawionych zasobów oraz rekultywacji gruntów po działalności górnictwowych.

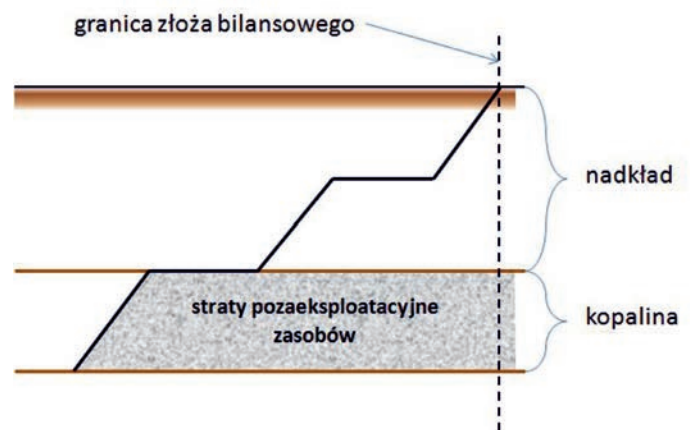
Spełnienie wymienionych wymagań powinno w konsekwencji zapewnić kompleksowe i racjonalne wykorzystanie zagospodarowanego złoża, przy minimalizacji negatywnych oddziaływań eksploatacji na środowisko i naprawę skutków w środowisku.

Kompleksowe i racjonalne wykorzystanie kopaliny głównej i kopaliny towarzyszących

Punktem wyjścia w projektowaniu zagospodarowania złoża są zasoby ustalone w dokumentacji geologicznej, przede wszystkim kopaliny głównej, a niekiedy kopaliny towarzyszących. Zasoby określone są przy uwzględnieniu granicznych parametrów złoża ustalonych w załączniku nr 11 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. i są to tzw. zasoby bilansowe złoża. Zadaniem projektanta jest określenie pionowych i poziomych granic eksploatacji oraz ustalenie zasobów operacyjnych (wydobywalnych). Stosunek zasobów operacyjnych do bilansowych tzw. współczynnik wykorzystania zasobów ilustruje stopień wykorzystania zasobów kopaliny głównej.

Przy ustalaniu granic eksploatacji i zasobów przemysłowych dochodzi do wyłączenia z eksploatacji części zasobów bilansowych. Najczęściej czynnikami eliminującymi są czynniki geologiczne (np. kształt złoża, zagrożenia naturalne), czynniki technologiczne, ograniczenia środowiskowe, a w górnictwie kopaliny objętych prawem własności nieruchomości gruntowej czynniki własnościowe gruntów. Rzadko dokonuje się analiz ekonomicznych, których celem byłoby określenie granic eksploatacji złoża, albo włączenie partii pozabilansowych złoża do eksploatacji. Przedsiębiorcy zwłaszcza już eksploatujący złoża nie są skłonni ujawniać wyników ekonomiczno-finansowych niezbędnych dla wykonania takich analiz. Tymczasem respektując zasady kompleksowego wykorzystania złoża wymaganie przeprowadzenia rachunku ekonomicznego przy eliminowaniu części zasobów bilansowych z granic złoża przemysłowego powinno być obowiązkiem.

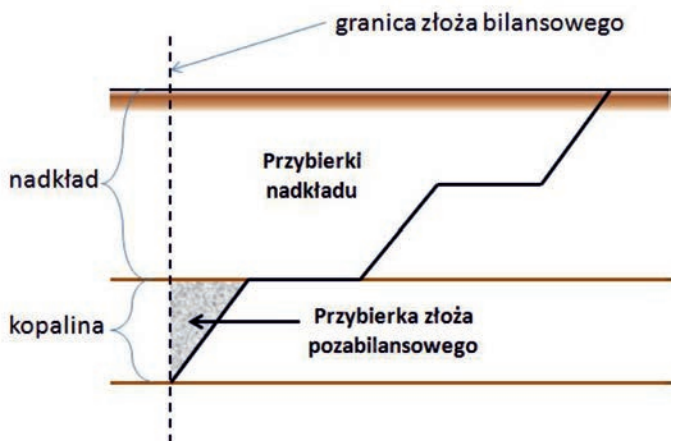
Na rysunkach 1, 2 i 3 przedstawiono trzy sposoby okonturowania złoża mające wpływ na stopień wykorzystania zasobów bilansowych jak i na koszty zdejmowania nadkładu. Najczęstsze przypadki, mające źródło we wcześniej obowiązujących zasadach wyznaczania granic obszaru górnictwowych po granicach złoża bilansowego, narzucały okonturowanie wyrobiska „do wewnątrz” od konturów złoża (rys. 1).



Rys. 1. Straty zasobów przy ustalaniu granic eksploatacji bez przybierek nadkładu

Fig. 1. Losses of reserves as a consequence of the open pit contours establishment exactly on the deposit limits

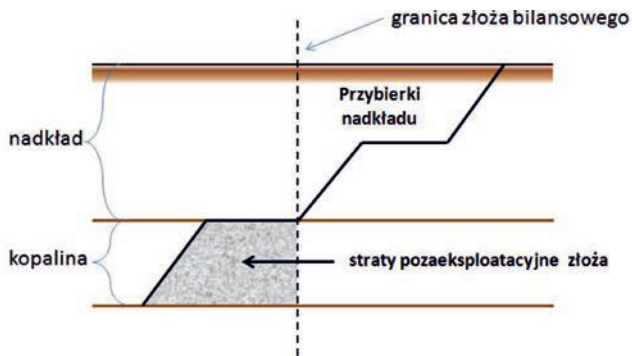
Większy stopień wykorzystania zasobów możliwy jest, gdy okonturowanie granic eksploatacji rozpoczyna się od dolnej krawędzi złoża bilansowego na zewnątrz (rys. 2).



Rys. 2. Eliminacja strat pozaeksploatacyjnych złoża

Fig. 2. Elimination of the reserves losses

Przybierki nadkładu, w wariancie jak na rysunku 2, powodują wzrost współczynnika przemysłowego nadkładu, a przez to i kosztów eksploatacji. Dla ustalenia zakresu przybierek celowe jest przeprowadzenie rachunku ekonomicznego, co może wskazać na celowość zastosowania wariantu pośredniego (rys. 3).



Rys. 3. Częściowe zwiększenie stopnia wykorzystania złoża przez dokonanie przybierek poza jego granicami

Fig. 3. The increase of the reserves utilization ratio by removal of overburden outside of the deposit limits

Stopień wykorzystania zasobów złoża zależy od uwzględnienia jego budowy przy wyborze technologii eksploatacji. Często w projektowaniu eksploatacji stosuje się typowe dla danej branży rozwiązania technologiczne, nie biorąc pod uwagę specyficznych cech zalegania konkretnego złoża. Przykładowo, do eksploatacji większości złóż węgla brunatnego wykorzystuje się tzw. układy K-T-Z wymagające regularnych kształtów wyrobiska. W niektórych jednak złożach o nieregularnych kształtach stosowanie układu K-T-Z powoduje, że zapewnia się wprawdzie efektywność ekonomiczną wydobycia, ale kosz-

tem dużych strat zasobów. W tabeli 1 przedstawiono przykład wykorzystania zasobów bilansowych złoża węgla brunatnego Piaski (rys. 4), cechującego się wyjątkowo skomplikowaną budową, przy zastosowaniu wyłącznie technologii układu K-T-Z. W takich przypadkach wskazane jest przeprowadzenie wielowariantowych studiów nad wyborem technologii eksploatacji, aby w PZZ zaproponować rozwiązania, które przy założonych wskaźnikach ekonomicznych zapewnią maksymalne wykorzystanie złoża.

Tab. 1. Wykorzystanie zasobów bilansowych złoża przy zastosowaniu technologii układu K-T-Z

Tab. 1. Utilization of the deposit reserves using BWE, belt conveyor and spreaders

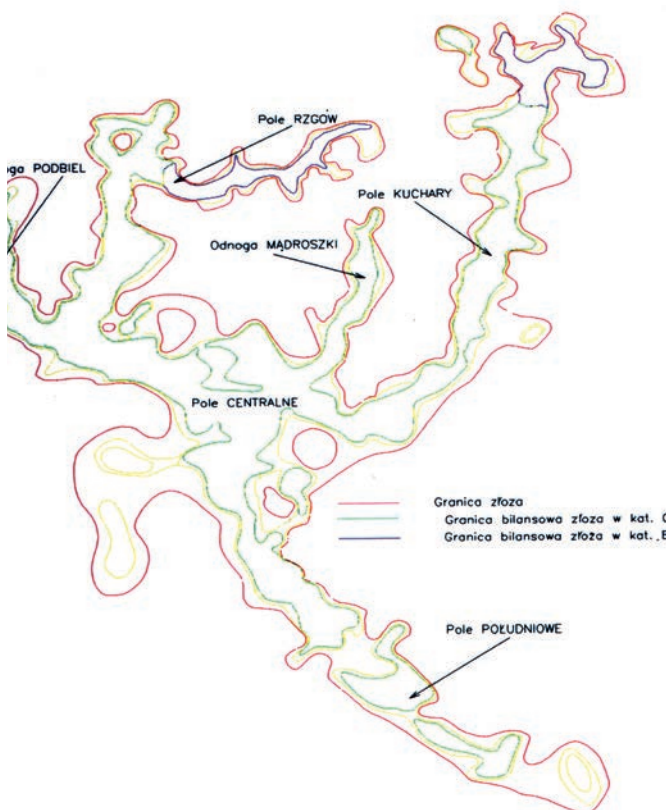
Wykorzystanie zasobów	%
Zasoby geologiczne	100
Zasoby geologiczne bilansowe	81,60
Zasoby przemysłowe	59,5
Zasoby operatywne	53,50

Istotnym czynnikiem rzutującym na wykorzystanie zasobów kopaliny głównej są czynniki i ograniczenia środowiskowe oraz prawne [9,11]. Na przykład konieczność ustalenia pasów ochronnych przy trudnościach zakupu terenów powoduje wyłączenie z eksploatacji brzeżnych partii złoża. Również decyzje dotyczące kierunku rekultywacji wymagające pozostawienie w zboczach końcowych łagodnie nachylonych skarp i szerokich półek powodują uwięzienie znacznych zasobów, a w konsekwencji zwiększone straty pozaeksploatacyjne dla wariantu okonturowania jak na rysunku 1. Natomiast w przypadku wariantu przedstawionego na rysunku 2 znacząco wzrosną przybierki nadkładu, a więc koszty pozyskania kopaliny. Wykorzystanie zasobów złoża i właściwa rekultywacja terenów poeksploatacyjnych to najczęściej cele wzajemnie sprzeczne, których osiągnięcie jest przedmiotem wypracowania odpowiedniego kompromisu już na etapie sporządzania PZZ [4].

Przywołane przykłady nie wyczerpują oczywiście problemu projektowania granic eksploatacji i wykorzystania zasobów. Dowodzą, jak złożona jest to problematyka wymagająca wiedzy i doświadczeń. Niektóre z zasygnalizowanych wyżej zagadnień szerzej omówiono w pracach [2,7,9,10].

Wykorzystanie kopalin towarzyszących

Kompleksowe wykorzystanie zasobów złoża należy odnieść nie tylko do stopnia wykorzystania kopaliny głównej, ale uwzględnić również występowanie kopalin towarzyszących. W przypadku udokumentowania zasobów kopaliny towarzyszącej obowiązkiem projektanta jest spełnienie w PZZ analogicznych wymagań jak w stosunku do kopaliny głównej. Często jednak w trakcie rozpoznawania złoża informacje o występowaniu kopaliny towarzyszącej są niewystarczające dla udokumentowania jej zasobów, a w dokumentacji sygnalizowane są tylko przesłanki o możliwościach wystąpienia. Informacje te powinny być uwzględniane w PZZ przez projektującego z przedstawieniem sposobu wydobycia kopaliny towarzyszącej, gdy wystąpi na nią zapotrzebowanie. Zapis takiej ewentualności w PZZ ułatwi i uprości procedury formalnoprawne dotyczące eksploatacji i wykorzystania ujawnionej już w trakcie eksploatacji kopaliny towarzyszącej. Wystarczające dla podjęcia eksploatacji może być wykazanie występowania kopaliny towarzyszącej w do-



Rys. 4. Złoże węgla brunatnego Piaski – przykład złoża o skomplikowanej budowie

Fig. 4. Lignite deposit Piaski – the deposit with the special complicated shape

kumentacji mierniczo-geologicznej zakładu górniczego oraz zasobów w operacie ewidencyjnym zasobów kopaliny, oczywiście jeśli wystąpienie ma charakter lokalny i zapotrzebowanie na kopalinę sporadyczne.

W innym przypadku, gdy zasoby kopaliny towarzyszącej są znaczne, a przewidywane zapotrzebowanie długookresowe, a więc występują cechy spełniające definicję złoża, konieczne jest wykonanie dokumentacji geologicznej w formie dodatku.

Racjonalność wykorzystania kopalin

Jednym z czynników warunkujących optymalną gospodarkę surowcami mineralnymi jest racjonalność wykorzystania kopalin z uwzględnieniem ich jakości. Złoża kopalin często charakteryzują się dużą niejednorodnością jakości, co determinuje kierunek zastosowania surowcowego. Zasadą projektowania powinno być uwzględnienie tego zróżnicowania, bądź przez homogenizację urobku w przypadku jednosurowcowego wykorzystania kopaliny np. w przypadku węgla brunatnego wykorzystywanego jako paliwo w elektrowni, bądź wieloprofilową produkcję różnych gatunków surowca np. w przypadku złoża wapieni – do produkcji wapna, cementu, kruszyw itp. Pomocne w projektowaniu eksploatacji selektywnej może być zastosowanie różnorodnych metod matematycznych w procesie modelowania złoża. Zamiast klasycznych metod interpolacyjnych tam, gdzie ilość obserwacji na to pozwala, należy stosować metody geostatystyczne, w tym: odmiany krigingu czy metody symulacyjne. Kriging zastosowany w procesie modelowania, oprócz informacji o zmienności parametrów złożowych, umożliwia uzyskanie wiedzy na temat wiarygodności modelu, czego nie dają inne metody modelowania. Zastosowanie metod symulacyjnych jest przydatne szczególnie tam, gdzie powinno się określić prawdopodobieństwo przekroczenia krytycznych wartości parametrów jakościowych złoża [5].

Jedną z metod modelowania złoża, która umożliwia uwzględnienie jednocześnie kilku istotnych parametrów jakościowych jest modelowanie z zastosowaniem parametrów syntetycznych. Zamiast analizować zmienność kilku parametrów na odrębnych modelach, można zastosować sztuczny parametr, którego rozkład modeluje się na podstawie rozkładu pierwotnych parametrów jakościowych, bądź strukturalnych z uwzględnieniem wagi wpływu poszczególnych parametrów złoża na wartość surowca. Ze względu na zastosowany algorytm, parametr syntetyczny C_j nazwano parametrem cenowym. Propozycję takiego algorytmu dla warunków złóż konińskich przedstawiono w pracy Z. Grudzińskiego [1]. Formuła ta, wykorzystywana wcześniej do rozliczeń pomiędzy kopalnią i elektrownią, została zaadaptowana wprost do wzoru na parametr cenowy C_j :

$$C_j = C_0 \left(\frac{Q}{7512} - \frac{A - 29,5}{180} - \frac{S - 0,44}{10} \right) \text{ zł} \quad (1)$$

gdzie:

C_j – cena w funkcji jakości węgla,

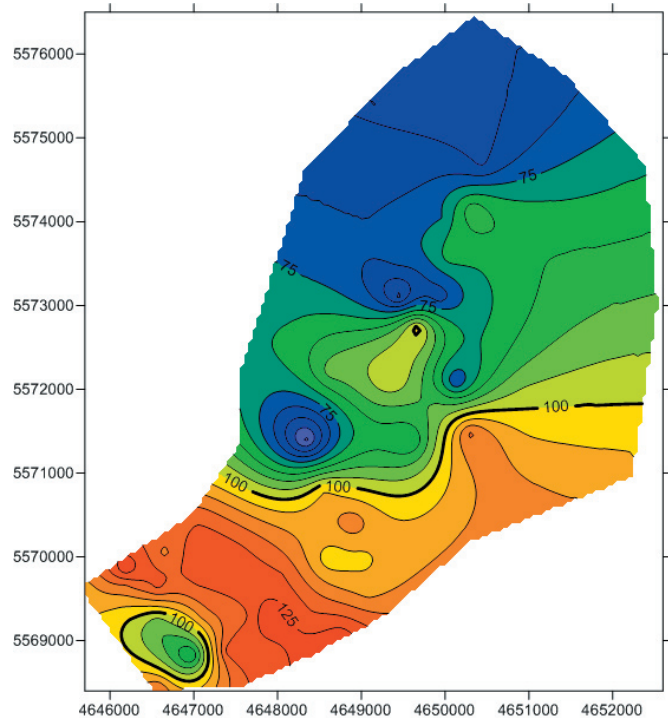
C_0 – cena bazowa [zł/Mg],

Q – wartość opałowa węgla [kJ/kg]

A – zawartość części niepalnych w węglu [%],

S – zawartość siarki [%].

Zastosowanie parametru syntetycznego zdecydowanie ułatwia analizę złoża oraz proces projektowania jego zagospodarowania, tak pod kątem jego okonturowania, jak i ustalenia optymalnych kierunków postępów frontów eksploatacyjnych. Metodę parametru cenowego zastosowano praktycznie między innymi do wyboru części złoża Gubin w procesie wykonywania projektu jego zagospodarowania [8]. Na rysunku 5 przedstawiono model złoża węgla brunatnego Głowaczów z wykorzystaniem parametru cenowego C_j będącego funkcją wartości opałowej Q [kJ/kg], popielności A [%] i zawartości siarki S [%]. Parametry algorytmu dla obliczenia C_j dostosowano odpowiednio do warunków tego złoża.



Rys. 5 Zmienność parametru cenowego C_j w złożu węgla brunatnego Głowaczów [6]

Fig. 5. Variability of price parameter C_j in lignite deposit Głowaczów [6]

Pogrubiona linia na rysunku 5 oddziela od siebie obszary złoża, które cechują się wartością wyższą lub niższą od średniego parametru przyjętego na poziomie ceny bazowej $C_0 = 100$ zł. Widoczne są strefy złoża o wyraźnie lepszej i gorszej jakości parametrów. Taka interpretacja nie wynika z analizy map przedstawiających zmienność pojedynczych parametrów jakościowych. Można w uproszczeniu stwierdzić, że parametry przykładowego złoża są relatywnie wysokie w południowej jego partii i stopniowo, ale konsekwentnie ulegają obniżeniu w kierunku północnym. Analizę można rozszerzyć wprowadzając do wzoru (1) parametry strukturalne np. miąższość pokładu. Szerzej na temat modelowania cenowego w pracy [6].

Problematyka ochrony środowiska w projekcie zagospodarowania złoża

Realizację kompromisu, jakim jest efektywne pozyskanie kopaliny przy minimalizacji ujemnych skutków eksploatacji na środowisko, osiąga się przez dobór najkorzystniejszego sposobu udostępnienia i eksploatacji złoża. W PZZ określa się również sposób likwidacji działalności wydobywczej ze wskazaniem kierunku rekultywacji gruntów po zakończeniu

eksploatacji. Rozwiązanie wymienionych zagadnień wymaga przede wszystkim ustalenia przez przedsiębiorcę długofalowych planów działalności przedsiębiorstwa, bowiem koncesja może obowiązywać przez długi okres, maksymalnie do 50 lat. Dla tak długiego czasu trudno jest jednak przewidywać i projektować szczegółowe rozwiązania techniczne i technologiczne. Dlatego w PZZ przyjmuje się rozwiązania generalne, które mogą być w miarę potrzeb modyfikowane w formie dodatków do PZZ, a uszczegóławiane w planach ruchu zakładu górniczego. Przepisy rozporządzenia podkreślają wagę problemów ochrony środowiska. Przejawia się to w konieczności określenia zagrożeń powodowanych eksploatacją i przyjmowania rozwiązań profilaktycznych oraz eliminujących skutki oddziaływań. W niektórych przypadkach dla ograniczenia negatywnych oddziaływań na środowisko zachodzi konieczność rezygnacji z wydobycia części zasobów kopaliny (filary ochronne, pasy ochronne, ograniczony dopuszczalny zasięg terenu górniczego). W sytuacjach takich należy szukać kompromisowych rozwiązań technologicznych (zmiana sposobu urabiania złoża) kosztem pogorszenia efektywności eksploatacji. Jest to argument za prowadzeniem w PZZ choćby przybliżonej oceny opłacalności zagospodarowania złoża w całości lub w części.

W PZZ nie ma obowiązku umieszczania szerokiej informacji o środowisku czy prognozowanych wpływach eksploatacji na środowisko. Słusznie, bo te są przedmiotem szczegółowego postępowania w sprawie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia, które poprzedzone jest procedurą oceny oddziaływania na środowisko. Prognozowany wpływ eksploatacji na środowisko jest dokładnie analizowany i przedstawiony w postaci Raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Przenoszenie tych informacji do PZZ mija się z celem. Problemem praktycznym, związanym z wykonywaniem oceny oddziaływania na środowisko jest kolejność wykonywania Raportu i PZZ. Raport o oddziaływaniu na środowisko teoretycznie powinno się wykonywać na podstawie karty informacyjnej przedsięwzięcia. Jest to zasadne i możliwe w przypadku projektowania eksploatacji niewielkich złóż, gdzie oddziaływania dają się łatwo prognozować. W przypadku analizy wpływu dużych złóż np. węgla brunatnego nie sposób wykonać prognozę oddziaływania

wykorzystując lakoniczne informacje z karty informacyjnej. W praktyce Raport i PZZ powinno się wykonywać równolegle, tym bardziej, że niektóre wnioski otrzymane w fazie oceny oddziaływania na środowisko mogą całkowicie zmienić, albo wręcz wykluczyć pewne projektowane rozwiązania eksploatacyjne. W takich przypadkach konieczna jest weryfikacja rozwiązań w PZZ i w wyniku sprzężenia zwrotnego również w Raporcie. W wyniku współoddziaływania projektantów górniczych i specjalistów od oceny oddziaływania na środowisko możliwe jest wypracowanie rozwiązań spełniających kryteria górnicze i środowiskowe. Zwiększa to prawdopodobieństwo uzyskania koncesji na eksploatację kopaliny ze złoża.

Podsumowanie

W projekcie zagospodarowania złoża projektuje się rozwiązania umożliwiające maksymalne wykorzystanie złoża kopaliny przy możliwie ograniczonym wpływie eksploatacji na środowisko. Złoże kopaliny to również element środowiska i jako zasób nieodnawialny i wyczerpywalny, tak jak inne elementy środowiska, powinien podlegać ochronie. Jego ochrona w procesie zagospodarowania polega na możliwie maksymalnym wykorzystaniu zasobów kopaliny i to powinno być właśnie przedmiotem PZZ.

Ze względu na strategiczny charakter projektu zagospodarowania złoża i długi czas jego obowiązywania, dokument ten powinien mieć charakter ramowy. Rozwiązania projektowe w PZZ nie powinny być zbyt szczegółowe, aby nie ograniczać możliwości pewnych modyfikacji sposobów eksploatacji wynikających z bieżących uwarunkowań, nie znanych na etapie wykonywania PZZ.

W praktyce, w projektach zagospodarowania złoża nie wykonuje się analiz ekonomicznych. Zdaniem autorów powinny być one uwzględniane, szczególnie wtedy, gdy przywołując argumenty niskiej opłacalności rezygnuje się z eksploatacji pewnych partii złoża. W odwrotnym przypadku argumenty ekonomiczne wynikające z rzetelnej analizy mogą przemawiać za włączeniem części zasobów pozabilansowych złoża do zasobów przemysłowych.

Literatura

- [1] Grudziński Z., 1997, *Koncepcja systemu cen dla węgla brunatnego*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 13, z. 3 (1997), IGSMiE PAN, Kraków
- [2] Jurys L., 2009, *Podstawy racjonalnej gospodarki małymi złożami kruszywa naturalnego*, Górnictwo Odkrywkowe, R. 50, nr 2-3, s. 70-73
- [3] Korzeniowski J., I., 2010, *Ruch zakładów eksploatujących złoża kopaliny*, Wyd. Wikbest, Wrocław 2010
- [4] Naworyta W., 2013, *Jeszcze raz krytycznie o kierunkach rekultywacji i ich wyborze*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 136, Studia i Materiały nr 43, s. 141-155
- [5] Naworyta W., Benndorf J., 2012, *Ocena dokładności geostatystycznych metod modelowania złóż pod kątem projektowania eksploatacji na podstawie jednego ze złóż węgla brunatnego*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 28, z. 1, s. 77-101
- [6] Naworyta W., Mazurek S., 2010, *Zastosowanie parametru cenowego jako wstęp do projektowania zagospodarowania górniczego złóż węgla brunatnego*, Polityka Energetyczna, 2010, t. 13, z. 2, s. 341-353
- [7] Nieć M., 2002, *Problem dokumentowania granic złóż i jego znaczenie dla gospodarki złożem*, Górnictwo Odkrywkowe, nr 1-2, Wrocław

- [8] Projekt zagospodarowania złoża Gubin, Fundacja dla AGH im St. Staszica, nie publ.
- [9] Uberman R., 2007, *Zasoby nieprzemysłowe – czynniki kształtujące ich wielkość* [w] red. Koziół W., Techniczno-ekonomiczne i środowiskowe uwarunkowania eksploatacji nieprzemysłowych zasobów węgla brunatnego, Wyd. AGH, Kraków 2007
- [10] Uberman R., 2007, *Złoża kopalin i ich zasoby* [w]: red. Koziół W., Techniczno-ekonomiczne i środowiskowe uwarunkowania eksploatacji nieprzemysłowych zasobów węgla brunatnego, Wyd. AGH, Kraków 2007
- [11] Uberman R., Naworyta W., 2012, *Eksploatacja złóż węgla brunatnego w warunkach ograniczeń przestrzennych i ekologicznych, studium przypadku złoża Gubin*, *Polityka Energetyczna* 2012, t. 15, z. 4, s. 29-41



fol. Andrzej Borowicz

Głazowisko Bachanowo