

Wojciech NAWORYTA*, Sławomir MAZUREK**

Zastosowanie parametru cenowego jako wstęp do projektowania zagospodarowania górniczego złóż węgla brunatnego

STRESZCZENIE. Na przykładzie złoża węgla brunatnego Głowaczów zaprezentowano zastosowanie parametrów cenowych C_j , C_M i C_R do rozwiązywania zadań w procesie projektowania eksploatacji. Wzory do konstruowania parametrów cenowych opracowano na bazie formuły stosowanej do rozliczeń. Mapy zmienności parametrów cenowych złoża wykonano na bazie map zmienności parametrów jakościowych, tj. wartości opałowej (Q), popielności węgla (A) oraz zawartości siarki (S). Modelowanie zmienności parametrów jakościowych wykonano metodą krigingu punktowego. Na podstawie map odchylenia standardowego krigingu przeanalizowano stopień wiarygodności uzyskanych obliczeń. Przedstawiono sposób interpretacji i zasugerowano możliwości wykorzystania map zmienności parametrów cenowych w procesie planowania zagospodarowania górniczego złóż węgla brunatnego.

SŁOWA KLUCZOWE: parametry złoża, wartość kopaliny w złożu, projektowanie górnicze, geostatystyka

* Dr inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, Kraków.

** Dr inż. – KWB Konin w Kleczewie S.A.

Wprowadzenie

Nowoczesne bloki energetyczne spalające węgiel brunatny osiągają sprawność rzędu 43%. Paliwo dostarczane do takiej elektrowni powinno spełniać rygorystyczne wymagania. Szczególnie ważne jest utrzymanie stałych parametrów jakościowych, tj. wartości opałowej (Q , kJ/kg), popielności (A , %), zawartości siarki (S , %). Złóża węgla brunatnego cechują się naturalnym dużym zróżnicowaniem przestrzennym parametrów jakościowych. Sprostanie wymaganiom stawianym przez odbiorcę węgla wymaga podjęcia szeregu działań, począwszy od odpowiedniego rozpoznania złoża, właściwej jego eksploatacji, ukierunkowanej na utrzymanie stałych parametrów, skończywszy na homogenizacji węgla na placach składowych.

Odpowiednie kierowanie strumieniem urobku na etapie eksploatacji złoża ma swoje ograniczenia. Wynikają one z charakteru złoża, jego geometrii, uwarunkowań przestrzennych, technicznych i ekonomicznych. Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, że parametry złoża decydujące o jego przydatności w procesie spalania generalnie są w stosunku do siebie niezależne. Nierzadko w bloku eksploatacyjnym, który cechuje się wysoką wartością opałową jednocześnie występuje podwyższona zawartość siarki, co wpływa na obniżenie jakości węgla.

Parametry jakościowe, tj. wartość opałowa (Q), popielność (A) i zawartość siarki (S) decydują o cenie sprzedaży węgla. Kopalnie i elektrownie przy wzajemnych rozliczeniach stosują algorytmy uzależniające cenę węgla od tych parametrów. W niniejszej pracy wykorzystano jeden z algorytmów rozliczeniowych do skonstruowania tzw. parametru cenowego charakteryzującego węgiel w złożu. Zaproponowany w pracy parametr cenowy (w trzech wersjach) jest sztucznym, syntetycznym wskaźnikiem, który obejmuje trzy cenotwórcze parametry jakościowe, a także miąższość złoża. Analiza rozkładu przestrzennego tego wskaźnika w złożu może być cenną informacją ułatwiającą proces projektowania zagospodarowania złoża, tak pod kątem jego okonturowania jak i ustalenia optymalnych kierunków postępów frontów eksploatacyjnych. Może on być również wykorzystany do obliczenia wartości użytkowej złoża [12]. Prezentowane w pracy idee są kontynuacją myśli opublikowanych w pracach Mazurka [6, 7, 8]. W warunkach polskiego górnictwa zaproponowana w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych XX w. metoda wykorzystania parametru cenowego została zastosowana przy projektowaniu eksploatacji złoża Legnica [4].

W niniejszym referacie wykorzystanie parametru cenowego oraz jego interpretację zaprezentowano na podstawie danych geologicznych złoża węgla brunatnego Głowaczów w pow. radomskim.

1. Modelowanie parametrów złoża

Dla wykonania map parametru cenowego analizowanego złoża konieczne jest uprzednie wykonanie map zmienności parametrów jakościowych i geometrycznych. Do tego celu

posłużono się metodami geostatystycznymi. Ze względu na coraz większą popularność tych metod oraz ograniczoną objętość referatu zrezygnowano z przytaczania teorii leżącej u podstaw geostatystyki. W pracy [11] w sposób syntetyczny zaprezentowano możliwości wykorzystania narzędzi geostatystycznych w procesie projektowania górniczego z podaniem ważniejszych podstawowych materiałów źródłowych. W dziedzinie zastosowania geostatystyki do dokumentowania złóż godna polecenia jest praca Muchy i Wasilewskiej-Błaszczuk [9]. Interesujące podejście w odniesieniu do modelowania parametrów węgla brunatnego zaprezentowano w pracy Bartusia i Słomki [1].

Analizowane złożo węgla brunatnego Głowaczów rozpoznane zostało w kategorii C₁ i C₂ [5]. Parametry geometryczne takie jak rzędne spągu i stropu udokumentowano 131 otworami. W przeciwieństwie do parametrów geometrycznych, parametry jakościowe czyli Q, A i S udokumentowano na podstawie wyników badań z 47 (45 w przypadku S) otworów. Z ilości danych wynikają pewne ograniczenia. Jednym z nich jest niska wiarygodność wyników predykcji zmienności parametrów jakościowych w całym analizowanym obszarze złoża. W osobnym rozdziale pracy zostanie to szerzej skomentowane. Problemy z modelowaniem parametrów omawianego złoża szeroko omówiono w pracy Naworyty [10].

W tabeli 1 zestawiono podstawowe informacje statystyczne mające znaczenie dla modelowania wybranych parametrów złoża Głowaczów.

TABELA 1. Charakterystyka wybranych parametrów analizowanego złoża węgla brunatnego

TABLE 1. Characteristics of chosen lignite deposit parameters

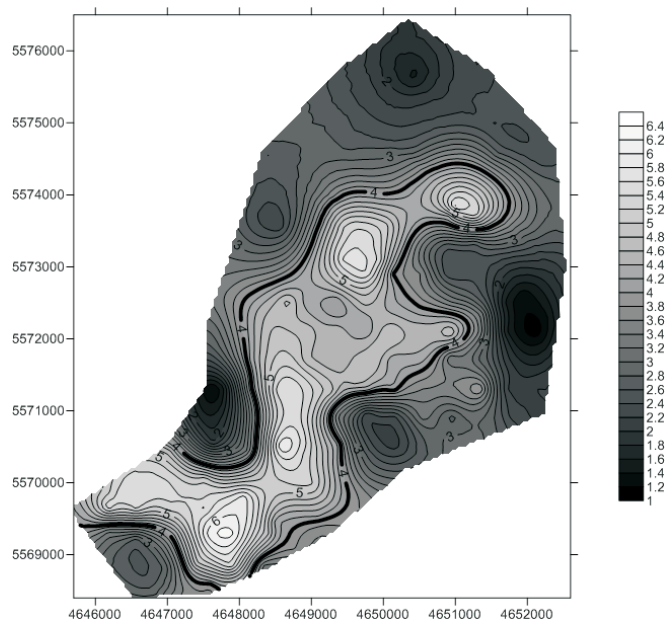
Parametr złoża	Jednostka	Ilość danych	Średnia	Odchylenie standardowe
Miąższość pokładu M	m	131	3,89	2,07
Wartość opałowa Q	kJ/kg	47	7512	1166
Popielność A	%	47	29,5	8,77
Zawartość siarki S	%	45	0,44	0,11

Na rysunkach 1, 2, 3 i 4 przedstawiono mapy przestrzennego rozkładu wybranych parametrów złoża: miąższości (M), wartości opałowej (Q), popielności węgla (A) oraz zawartości siarki (S). Mapy zostały wykonane metodą krigingu punktowego w sieci o gęstości 50 m x 50 m.

Wartość parametru w punkcie traktowana jest jako wartość średnia cechująca złożo w całej jego miąższości. To uproszczenie wynika z niewielkiej grubości pokładu oraz charakteru dostępnych danych geologicznych.

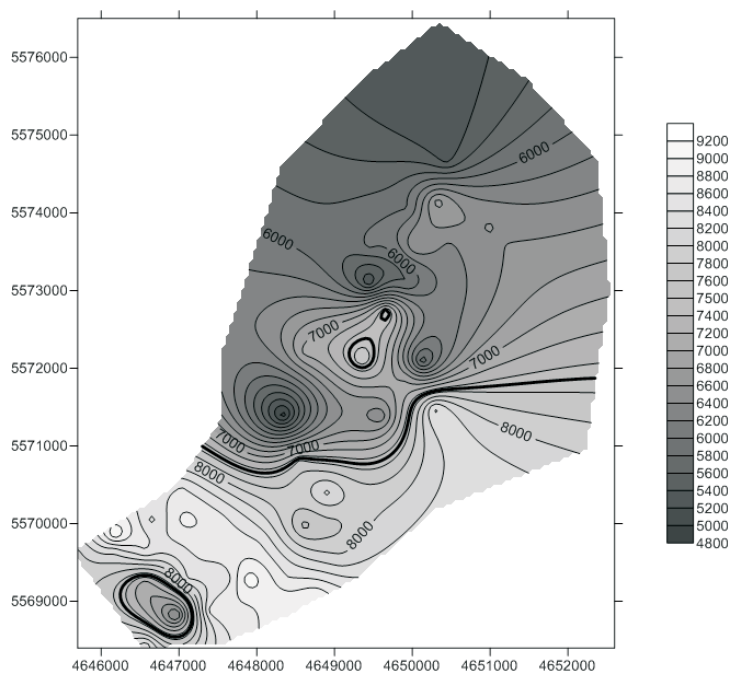
Pogrubiona izolinia łączy punkty złoża cechujące się wartością średnią parametru i oddziela obszary złoża, w których wartość parametru jest wyższa lub niższa od wartości średniej.

Pogrubiona linia, poprowadzona po wartości średniej prezentowanego parametru pozwala szybko ocenić „lepsze” i „gorsze” fragmenty złoża. Interesujące jest porównanie



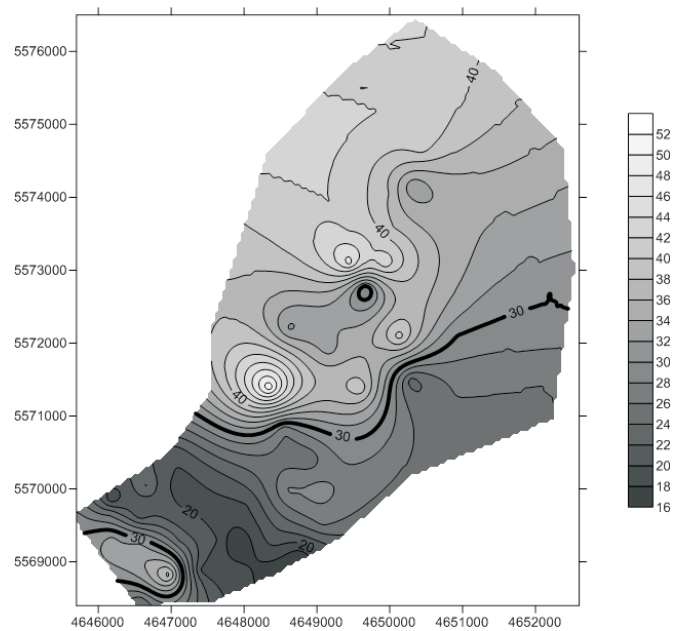
Rys. 1. Mapa miąższości M analizowanego złoża węgla brunatnego [m]

Fig. 1. Map of lignite deposit thickness M [m]



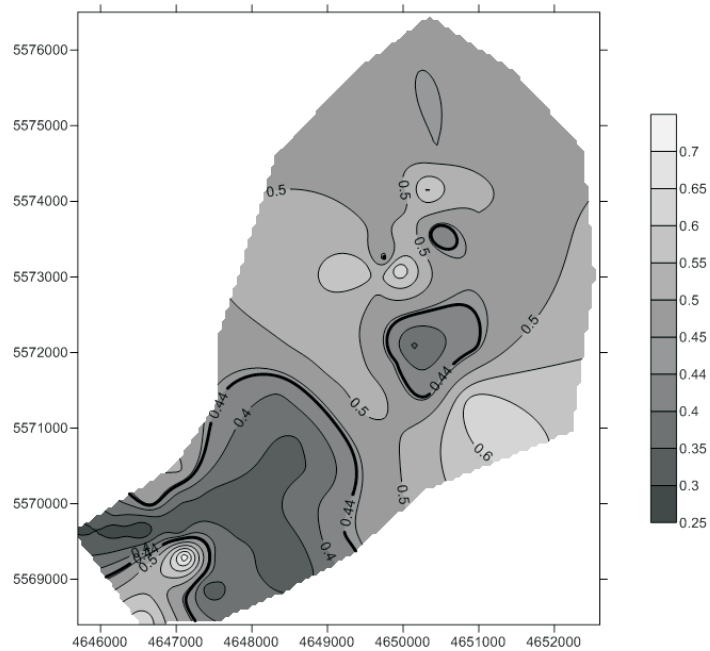
Rys. 2. Mapa wartości opałowej Q w analizowanym złożu węgla brunatnego [kJ/kg]

Fig. 2. Map of calorific value Q in analyzed lignite deposit [kJ/kg]



Rys. 3. Mapa popielności węgla brunatnego A w analizowanym złożu [%]

Fig. 3. Map of ash content A in analyzed lignite deposit [%]



Rys. 4. Mapa zawartości siarki S w analizowanym złożu węgla brunatnego [%]

Fig. 4. Map of sulfur content S in analyzed lignite deposit [%]

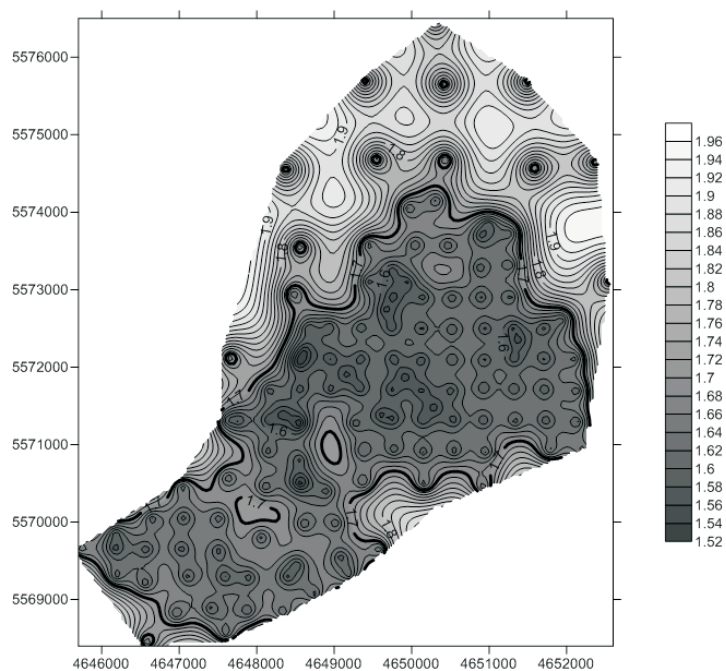
mapy zmienności wartości opałowej (rys. 2) i popielności węgla (rys. 3). Rysunki są odzwierciedleniem wyraźnej odwrotnej korelacji pomiędzy tymi parametrami.

2. Wiarygodność map zmienności parametrów złoża

Z ilości danych pomiarowych, ich jakości, gęstości sieci otworów wynika jakość efektów modelowania. Miarą jakości predykcji parametrów złoża wykonanej za pomocą krigingu jest tzw. odchylenie standardowe krigingu. Warunkiem właściwej interpretacji wyników przeprowadzonej interpolacji jest uwzględnienie rozkładu przestrzennego odchylenia standardowego krigingu.

Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono mapę odchylenia standardowego krigingu dla miąższości złoża M oraz dla popielności A. Ten drugi (rys. 6) jest pod względem jakościowym reprezentatywny także dla wartości opałowej Q i zawartości siarki S.

W centralnej i południowej części złoża, czyli tam gdzie istnieje gęsta sieć otworów rozpoznawczych, widoczne są obszary o dużej wiarygodności predykcji (niskim odchyleniu standardowym krigingu). W przeciwieństwie do nich obszary w północnej części złoża cechuje niska wiarygodność predykcji (wysoka wartość odchylenia standardowego kri-



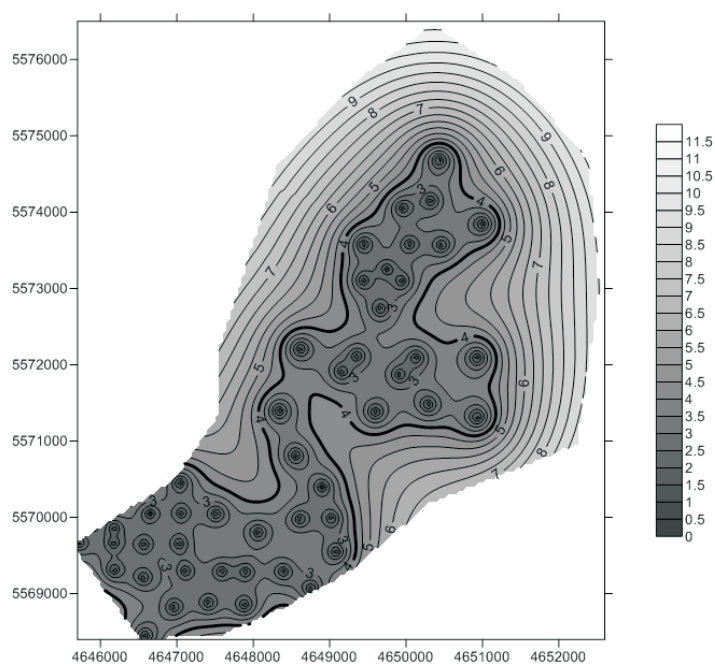
Rys. 5. Mapa odchylenia standardowego krigingu dla miąższości M pokładu złoża [m]

Fig. 5. Map of kriging standard deviation for lignite deposit thickness M [m]

gingu). Odnosi się to do miejsc, w których otwory rozpoznawcze nie występują albo ich gęstość jest niewielka. Generalnie, obszary te (rys. 5) pokrywają się z granicami udokumentowania złoża w kategorii C_1 i C_2 .

Mapy (rys. 5 i 6) różnią się znacznie między sobą. Widoczne różnice wynikają z przyjętych zasad dokumentowania złoża. Nie analizowano mianowicie, parametrów jakościowych węgla w otworach, w których niewielka miąższość złoża dyskwalifikowała przyszłą eksploatację jego części (por. rys. 1 i 6).

Ze względu na charakter i przejrzystość niniejszej publikacji świadomie zrezygnowano z analizy ilościowej odchylenia standardowego krigingu.



Rys. 6. Mapa odchylenia standardowego krigingu dla popielności węgla A [%]

Fig. 6. Map of kriging standard deviation for ash content A in lignite deposit [%]

3. Parametr cenowy jako syntetyczny wskaźnik zmienności parametrów złożowych

Ideą przewodnią dla skonstruowania parametru cenowego była potrzeba uproszczenia interpretacji map jakościowych cechujących analizowane złożo. Propozycja wykorzystania parametru C_j jest pierwszą taką próbą.

Wzór (1) do obliczania parametru cenowego opracowano na podstawie formuły cenowej wykorzystywanej do rozliczeń pomiędzy kopalnią i elektrownią przedstawionej w pracach

Grudzińskiego i Lorenz [2, 3]. Wzór zmodyfikowano dostosowując go do charakteru przedmiotowego złoża przez podstawienie wartości średnich, właściwych dla złoża Głowaczów ($\mu_Q = 7512$ kJ/kg, $\mu_A = 29,5\%$, $\mu_S = 0,44\%$). Formuła parametru cenowego C_j przyjmuje zatem postać:

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

gdzie: C_j – parametr cenowy w funkcji jakości węgla w punkcie złoża,
 C_0 – cena bazowa [zł/Mg],
 Q – wartość opałowa węgla w punkcie złoża [kJ/kg],
 A – popielność węgla w punkcie złoża [%],
 S – zawartość siarki w punkcie złoża [%].

Formuła cenowa uzależnia cenę węgla od jego jakości. Każde odchylenie parametrów węgla od wartości średniej powoduje spadek (w przypadku pogorszenia jakości w stosunku do wartości średniej) albo zwiększenie ceny (dla wartości wyższych niż wartość średnia). Liczby w mianownikach – 180 w odniesieniu do zawartości części niepalnych (A) i 10 w przypadku zawartości siarki (S) – pełnią rolę wag regulujących wpływ danego parametru na zmianę ceny węgla.

Cenę bazową C_0 przyjęto na poziomie 1 zł/Mg. Nie jest to cena przystająca do obecnych warunków, na jakich rozliczają się w Polsce kopalnie i elektrownie, jednak jej przyjęcie na tym poziomie ma w zamyśle autorów ułatwiać interpretację wyników.

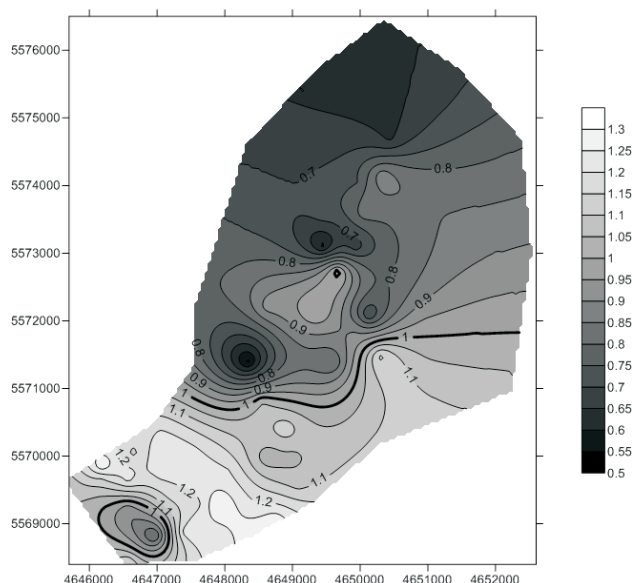
Na rysunku 7 przedstawiono mapę zmienności przestrzennej parametru cenowego C_j w całym analizowanym obszarze złoża.

Przedstawiona na rysunku 7 mapa jest syntetycznym obrazem zmienności przestrzennej jakości węgla w złożu, w funkcji trzech parametrów jakościowych (Q , A i S). Pogrubiona linia oddziela od siebie obszary złoża, które cechują się wartością wyższą lub niższą od średniego parametru przyjętego na poziomie ceny bazowej $C_0 = 1$ zł. Widoczne są strefy złoża o wyraźnie lepszej i gorszej jakości parametrów. Taka interpretacja nie wynika wprost z analizy map przedstawiających zmienność pojedynczych parametrów jakościowych (rys. 2, 3 i 4). Można w uproszczeniu stwierdzić, że parametry przykładowego złoża są relatywnie wysokie w południowej partii i stopniowo ulegają obniżeniu w kierunku północnym.

Dla uzyskania dokładniejszej informacji o złożu rozszerzono wzór (1) o czynnik odnoszący się do miąższości złoża. Wzór na parametr cenowy C_M przyjmuje postać:

$$C_M = C_0 \left(\frac{Q}{7512} - \frac{A - 29,5}{180} - \frac{S - 0,44}{10} \right) \cdot \frac{M}{3,89} \text{ zł} \quad (2)$$

gdzie: C_M – parametr cenowy w funkcji jakości węgla i miąższości pokładu węgla w punkcie złoża [zł],
 M – miąższość złoża w punkcie [m],
 Pozostałe wielkości jak we wzorze (1).



Rys. 7. Mapa parametru cenowego C_j analizowanego złoża węgla brunatnego [zł]

Fig. 7. Map of price parameter C_j in analyzed lignite deposit [zł]

Podobnie jak parametry jakościowe również miąższość pokładu węgla M została włączona do wzoru (2) jako wielkość względna przez podzielenie jej przez wartość średnią miąższości pokładu złoża $M_{sr} = 3,89$ m.

Na rysunku 8 przedstawiono mapę rozkładu parametru cenowego C_M . Pogrubioną linią oddzielono obszary o wartości mniejszej i większej niż $C_M = 1$ zł.

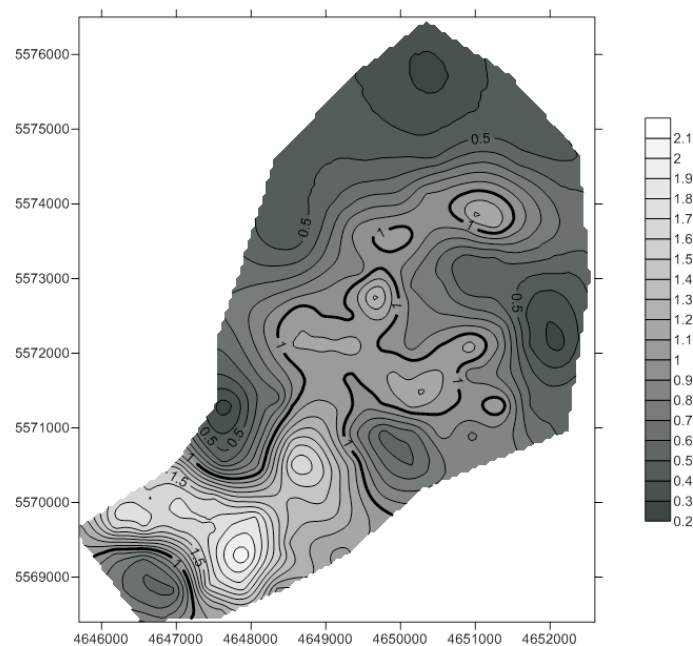
Rysunek 8 różni się znacznie od rysunku 7. Wpływ miąższości węgla na parametr cenowy jest zgodny z oczekiwaniem. Nawet gdy jakość węgla w analizowanym obszarze złoża jest niska a pokład ma dużą miąższość to jego eksploatacja jest opłacalna. Ten truizm, na tle polskich złóż węgla brunatnego, najlepiej obrazuje przykład złoża Bełchatów.

Kolejnym podejściem do parametru cenowego jest modyfikacja wzoru (2) w kierunku urzeczywistnienia ceny węgla w złożu. Po modyfikacji formuła przyjmuje postać:

$$C_R = C_0 \left(\frac{Q}{7512} - \frac{A - 29,5}{180} - \frac{S - 0,44}{10} \right) \cdot M \cdot P \cdot \rho \quad [\text{zł/Mg}] \quad (3)$$

gdzie: C_R – cena rzeczywista węgla w złożu [zł/Mg],
 P – jednostkowe pole powierzchni złoża [m^2],
 ρ – gęstość węgla [Mg/m^3],
 Pozostałe parametry tak jak we wzorze (2).

Przyjęty dodatkowy czynnik we wzorze w postaci jednostkowego pola powierzchni P ma wymiar kwadratu o bokach 50 m x 50 m. Wielkość ta wynika z przyjętych parametrów krigingu.



Rys. 8. Mapa parametru cenowego C_M w funkcji jakości i miąższości analizowanego złoża węgla brunatnego [zł]

Fig. 8. Map of price parameter C_M in analyzed lignite deposit [zł]

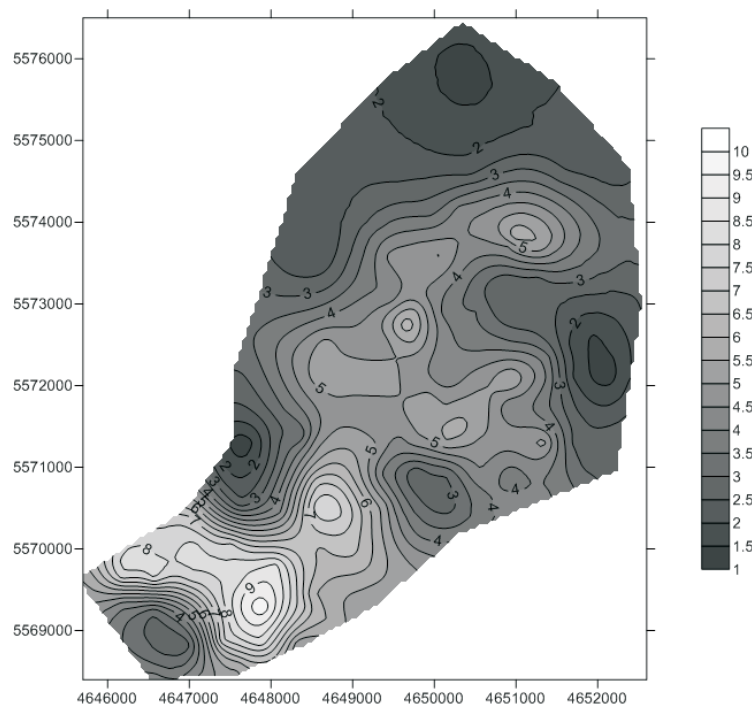
W praktyce, dla obliczenia parametru C_R bardziej przydatnym byłaby odmiana kriginu zwana kriginem blokowym. W niniejszym referacie dla zachowania spójności pomiędzy poszczególnymi etapami pracy celowo wykorzystano wyniki obliczeń oparte na kriginu punktowym. Zdaniem autorów pozostało to bez wpływu na wartość interpretacyjną przedstawianej metody.

Na rysunku 9 przedstawiono rozkład parametru cenowego C_R .

Wartość użytkarna mapy rozkładu parametru C_R leży w możliwości łatwego obliczenia tzw. wartości użytkowej złoża [12]. Obliczona w granicach zasobów przemysłowych wartość może być wykorzystywana do określenia wysokości obowiązkowego wynagrodzenia za użytkowanie górnicze, co stanie się koniecznością w przypadku uchwalenia nowego Prawa geologicznego i górniczego.

Wartości kopaliny w złożu, jaką reprezentuje parametr C_R , nie należy mylić z wartością samego złoża, dla oszacowania której stosuje się całkiem inne metody [13]. Znajomość rozkładu przestrzennego parametru cenowego C_R może być jednak pomocna w szacowaniu strumienia przychodów z eksploatacji złoża w procesie wyceny jego wartości.

Wykorzystanie parametrów cenowych, których rozkład zaprezentowano na przykładzie złoża Głowaczów (rys. 7, 8 i 9) może znacząco ułatwić proces projektowania górniczego. Projektant na ich podstawie może przyjąć kryterium cenowe do okonturowania złoża, dokonać wyboru miejsca udostępnienia, wyboru kierunków eksploatacji pod kątem utrzymania stabilnych parametrów jakościowych strumienia urobku. Przyjęcie realistycznych



Rys. 9. Mapa parametru cenowego C_R w funkcji jakości i miąższości złoża węgla brunatnego [zł]

Fig. 9. Map of price parameter C_R in analyzed lignite deposit [zł]

założeń cenowych (C_0) może ułatwić określenie rentowności projektu górniczego na etapie prac koncepcyjnych.

Podsumowanie i wnioski

Kopalnie węgla brunatnego stoją przed trudnym zadaniem sprostania wymaganiom jakościowym ze strony odbiorców węgla. Zwiększające się wymagania dotyczące stałości parametrów jakościowych strumienia węgla dostarczanego do elektrowni wynikają z wysokiej efektywności nowoczesnych bloków energetycznych, jak i dużej wrażliwości procesu spalania na zmiany parametrów surowca. Jednym ze sposobów sterowania jakością strumienia węgla jest projektowanie szczegółowych zadań eksploatacyjnych ukierunkowane na utrzymanie stałych jego parametrów. Zaprezentowane narzędzia w postaci parametrów cenowych mogą być przydatne do realizacji tego celu.

Na podstawie zaprezentowanych treści sformułowano następujące wnioski:

1. Złóża węgla brunatnego cechują się dużą zmiennością przestrzenną parametrów jakościowych. Analiza parametrów złoża Głowaczów jest tego potwierdzeniem.

2. Zaproponowane parametry cenowe, które stanowią wypadkową parametrów jakościowych (C_j), a także miąższości pokładu węgla (C_M i C_R), ułatwiają interpretację zmienności jakości węgla w złożu. Ich wykorzystanie może znacząco ułatwić proces projektowania górnictwa w dziedzinie: okonturowania zasobów przemysłowych, wyboru miejsca udostępnienia złoża, sterowania eksploatacją w celu utrzymania stabilnych parametrów surowca, sterowania wydobyciem w funkcji ceny.

3. Wzory opracowane do obliczeń parametrów C_j , C_M i C_R bazują na formułach wykorzystywanych wspólnie do rozliczeń. Należy je traktować jako propozycje. W zależności od rodzaju analizowanego złoża można je modyfikować, tak w odniesieniu do wartości średnich parametrów jakościowych, jak i do czynników wagowych, od których zależy wpływ parametru złoża na cenę kopaliny.

4. Metoda została zaprezentowana na przykładzie złoża o prostej budowie bez uwzględnienia zróżnicowania jakości węgla w profilu złoża. W przypadku złoża Głowaczów podjęcie to jest uprawnione ze względu na niewielką miąższość pokładu, jak również ze względu na konieczność zachowania przejrzystości przedstawianych treści. Metodę można zastosować również do analizy złóż o bardziej skomplikowanej budowie i przedstawiać wyniki w układzie trójwymiarowym.

5. Zaproponowany parametr C_R przedstawiający mapę rzeczywistej ceny kopaliny w złożu może być wykorzystany do wyliczenia tzw. wartości użytkowej złoża, co będzie przydatne dla oszacowania wysokości obowiązkowego wynagrodzenia za użytkowanie górnicze w przypadku uchwalenia nowego Prawa geologicznego i górnictwa.

Literatura

- [1] BARTUŚ T., SŁOMKA T., 2009 – Geostatystyczna estymacja parametrów jakości węgla brunatnego w polu Bełchatów wykorzystująca znajomość zmienności lokalnej. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 25, z. 2, IGSMiE PAN, Kraków.
- [2] GRUDZIŃSKI Z., 1997 – Koncepcja systemu cen dla węgla brunatnego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 13, z. 3, IGSMiE PAN, Kraków.
- [3] GRUDZIŃSKI Z., LORENZ U. (praca zbior. pod red.), 2008 – Opracowanie metodyki tworzenia systemu cen węgla brunatnego. Wyd. Instyt. GSMiE PAN, Kraków.
- [4] JURDZIAK L., KAWALEC W., 2010 – Studium optymalizacji scenariuszy technologicznych kopalni węgla brunatnego Legnica. *Górnictwo i Geoinżynieria, Kwartalnik AGH*, R. 34, z. 3.
- [5] MARZEC M., 1987 – Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego Głowaczów i Owadów, gmina Jastrzębia i Głowaczów, woj. radomskie. Centralne Archiwum PIG, Warszawa.
- [6] MAZUREK S., 1997 – Cena kopaliny jako główny parametr złożowy. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 13, z. 1, IGSMiE PAN, Kraków.
- [7] MAZUREK S., 1997 – Zasoby przemysłowe kopaliny jako funkcja ceny kopaliny i kosztów wydobycia. *Górnictwo Odkrywkowe*, XXXIX, 3.
- [8] MAZUREK S., 2000 – Wartość rynkowa zasobów złóż węgla brunatnego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 18, z. specj., IGSMiE PAN, Kraków.
- [9] MUCHA J., WASILEWSKA-BIASZCZYK M., 2010 – Geostatystyka jako narzędzie wspomagające badania polskich złóż – główne kierunki zastosowań. *Biuletyn PIG* nr 439 (2), Warszawa.

- [10] NAWORYTA W., 2008 – Analiza zmienności parametrów złożowych węgla brunatnego pod kątem sterowania jakością strumienia urobku. Gospodarka Surowcami Mineralnymi t. 24, z. 2/4, IGSMiE PAN, Kraków.
- [11] NAWORYTA W., 2006 – Analiza i modelowanie danych geologicznych z wykorzystaniem narzędzi geostatystycznych dla celów projektowania górniczego. Górnictwo Odkrywkowe, R. 48, nr 1–2, Wrocław.
- [12] UBERMAN R., 2010 – Prawo własności i wartość złóż węgla brunatnego. Materiał opublikowany w niniejszym zeszycie.
- [13] UBERMAN Ryszard, UBERMAN Robert, 2008 – Podstawy wyceny wartości złóż kopalin. Teoria i praktyka. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.

Wojciech NAWORYTA, Sławomir MAZUREK

Utilization of price parameters for lignite deposit exploitation plan

Abstract

The utilization of price parameters C_j , C_M and C_R for planning process of lignite deposit exploitation was presented. Case study for utilization of price parameters was shown based on lignite deposit Głowaczów. The formula for price parameters was constructed using price calculation method between mining concern and power station. Price parameters maps were calculated based on maps of lignite quality parameters: calorific value (Q), ash content (A) and sulfur content (S). For quality parameters maps geostatistical methods were used. The reliability of maps was analyzed and discussed based on kriging standard deviation maps. The interpretation of results was presented. Utilization possibilities of price parameters for mine planning process were suggested.

KEY WORDS: deposit parameters, mineral value in deposit, mining plan, geostatistics, kriging

