

Metoda oceny wpływu zmiennego zapotrzebowania odbiorców węgla na rentowność wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego

Dariusz FUKSA¹⁾

¹⁾ Dr hab. inż.; AGH University of Science and Technology, Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland; email: fuksa@agh.edu.pl

DOI: 10.29227/IM-2017-01-39

Streszczenie

W artykule zaprezentowano metodę analizy wpływu zmian wielkości zapotrzebowania na rentowność wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego opartą na symulacji Monte Carlo. Opracowana metoda pozwala przewidywać jak będzie kształtowała się rentowność kopalń, jak również umożliwia oszacować, w którym kierunku zmiany te będą postępować i z jakim prawdopodobieństwem.

Słowa kluczowe: metoda Monte Carlo, rentowność, optymalizacja, algorytm Simplex

Wprowadzenie

Zmienny poziom zapotrzebowania odbiorców węgla ma decydujący wpływ na rentowność kopalń oraz ich grup w warunkach rynkowych. Implikuje to konieczność przeprowadzenia wielowariantowych analiz, pozwalających na dokonanie oceny wrażliwości planów produkcji i sprzedaży węgla na zmiany tego poziomu. Możliwość taką daje decydentowi (kadrze zarządzającej) opracowana przez autora metoda umożliwiająca analizowanie zmian poziomu rentowności kopalń przy różnych wariantach zapotrzebowania na węgiel. W odróżnieniu od powszechnie stosowanej analizy scenariuszowej, polegającej na określaniu trzech założonych wariantów zapotrzebowania (najbardziej prawdopodobny, średni i najmniej prawdopodobny), proponowana analiza przeprowadzana jest dla odpowiednio liczego zbioru różnych scenariuszy poziomu jakościowo-ilościowego zapotrzebowania. Do tworzenia najbardziej prawdopodobnych scenariuszy zapotrzebowania odbiorców węgla autor wykorzystał metodę Monte Carlo. Zastosowanie metody Monte Carlo do prezentowanej analizy wynika z wielu przesłanek. Po pierwsze odzwierciedla ona z dużym prawdopodobieństwem realne sytuacje, jakie mogą wystąpić. Po drugie, w przeciwieństwie do metody scenariuszowej, duża liczba losowań wpływa na jakość oszacowania (pewność wyników). Ponadto w odróżnieniu od innych metod możliwe jest wylosowanie dużej liczby wariantów zapotrzebowania naraz.

Na bazie uzyskiwanych proponowaną metodą wyników (histogramów) otrzymuje się prawdopodobieństwa wystąpienia planowanych wartości analizowanych wskaźników, w tym przypadku rentowności sprzedaży. Stwarza to podstawę do ewentualnych korekt planu optymalnego, tworząc z kolei pomocne narzędzie wspomagania decyzji, przede wszystkim w zakresie racjo-

nalnych programów produkcji i sprzedaży węgla na szczeblu kierownictwa przedsiębiorstwa górniczego.

Algorytm proponowanej metody analizy

Podstawę do przeprowadzenia analizy wpływu zmian zapotrzebowania na poziom rentowności kopalń, stanowi zbiór optymalnych rozwiązań zadania optymalizacji produkcji i sprzedaży węgla dla wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego [4]. Zbiór ten tworzy się poprzez wielokrotne wyznaczanie optymalnego planu produkcji i sprzedaży węgla przy założonym, losowym scenariuszu zapotrzebowania odbiorców węgla, wykorzystując do tego metodę Monte Carlo [1, 2, 3, 10, 12]. Rozwiązanie optymalne uzyskuje się przy pomocy algorytmu SIMPLEX.

Do wylosowania wektora wielkości zapotrzebowania dla wszystkich grup odbiorców posłużono się generatorem liczb losowych. Wylosowany wektor zapotrzebowania jest zbiorem podwektorów prawych stron warunku (2) modelu optymalizacji ilościowo-jakościowej struktury wydobywania węgla kamiennych, który przedstawia się następująco [4]:

$$F = \sum_{i=1}^{r_i} \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^{m_k} (c_{ijk} - k z_{ijk}) \cdot x_{ijk} - \sum_{j=1}^p K s_j \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{r_i} \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^{m_k} x_{ijk_k} \leq Z_k \quad \text{dla każdego } k, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{r_i} \sum_{j=1}^p x_{ijk_k} \cdot b_{ijk_k} \leq Q s_j \quad \text{dla każdego } j, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{r_i} \beta_{ij} = 1 \quad \text{dla każdego } j, \quad (4)$$

$$x_{ijk} \geq 0 \quad , \quad (5)$$

gdzie:

c_{ijk} – cena ij -tego rodzaju węgla akceptowana przez k -tą grupę zapotrzebowania,

kz_{ijk} – jednostkowy koszt zmienny i-tego rodzaju węgla w warunkach j-tej kopalni,
 K_{sj} – całkowity koszt stały produkcji w warunkach j-tej kopalni,
 x_{ijk} – wydobywanie netto węgla ij-tego rodzaju akceptowanego przez k_n -tą grupę rodzajową zapotrzebowania,
 Z_k – zapotrzebowanie k-tej grupy rodzajowej odbiorców,
 Q_{sj} – całkowite sumaryczne wydobywanie brutto j-tej kopalni,
 i – indeks rodzaju węgla, $i = 1, 2, \dots, r_j$,
 j – indeks kopalni; $j = 1, 2, \dots, p$,
 k_n – indeks grupy zapotrzebowania; $k = 1, 2, \dots, m_{ij}$, gdzie m_{ij} oznacza licznosc zbioru k_n dla ij-tego rodzaju węgla,
 b_{ij} – przelicznik brutto/netto,
 β_{ij} – udział wydobywania danego rodzaju węgla w całkowitym wydobywaniu brutto kopalni.

Każdy z wylosowanych elementów zapotrzebowania jest zmienną losową o rozkładzie normalnym, z wartością oczekiwaną (nominalną) równą planowanej wielkości zapotrzebowania. Można analizować różne scenariusze zapotrzebowania odbiorców węgla przyjmując jako odchylenie standardowe:

- dyspersję retrospektywną,
- najbardziej prawdopodobny błąd prognozy wynikający z formuł predykcyjnych,
- skorelowane zmiany zapotrzebowania.

Analizę przeprowadza się dla odpowiednio licznego zbioru zestawów losowego zapotrzebowania. Uzyskany w ten sposób zbiór zadań produkcyjnych i odpowiadających im wyników finansowych oraz innych wielkości ekonomicznych w odniesieniu do poszczególnych kopalń daje histogram możliwych losowych wahań tych wielkości. Na podstawie wyznaczonych tą drogą histogramów istnieje możliwość określenia prawdopodobieństwa uzyskania założonej (bądź wynikającej z optymalnego planu produkcji i sprzedaży węgla) rentowności wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego oraz kopalń wchodzących w jego skład. Stwarza to podstawę do oceny konsekwencji ekonomicznych losowych wahań zapotrzebowania.

Istota rentowności

Samo osiągnięcie zysków przez kopalnie nie gwarantuje jeszcze ich dobrej kondycji finansowej. Rentowność utożsamia się z zyskownością, czyli z osiąganiem przez przedsiębiorstwo dodatniego wyniku finansowego. Odwrotnością rentowności jest deficytowość tj. wystąpienie straty jako ujemnego wyniku finansowego.

W literaturze coraz częściej pojawiają się poglądy, że wartość zysku nie jest najlepszym miernikiem sytuacji finansowej przedsiębiorstwa w danym okresie sprawozdawczym [11]. Wygospodarowany w danym

okresie obliczeniowym zysk jest kategorią rachunkową i nie pokrywa się z poziomem wygenerowanej gotówki operacyjnej. Przedsiębiorstwo może wykazywać spory zysk i nie generować gotówki. Zysk ten wraz z amortyzacją może bowiem stanowić źródło finansowania działalności operacyjnej (wzrost zapasów, należności, spłata zobowiązań krótkoterminowych). Przedsiębiorstwo może ponieść stratę i wygenerować gotówkę operacyjną, zachowując zdolność do spłacania długów, np. w sytuacji gdy posiada wysoki udział środków trwałych i wartości niematerialnych w strukturze majątku, od których naliczy amortyzację. W praktyce różne okoliczności powodują, że przedsiębiorstwa osiągające dobre wyniki finansowe nie zawsze dysponują wystarczającą ilością środków do finansowania działalności bieżącej, a równocześnie podmioty o wynikach słabych mogą posiadać odpowiednie do potrzeb przepływy środków pieniężnych. W krótkim okresie rozbieżność między wynikiem finansowym a gotówką operacyjną może być znaczna. Ponadto zysk obciążony jest pewną dozą subiektywizmu, związanego z zaliczeniem w ciężar kosztów niektórych bezgotówkowych elementów wyniku finansowego (amortyzacji, części rezerw, rozliczeń międzyokresowych kosztów), w zależności od przyjętej w danym okresie taktyki wykazywania zysku. Dlatego należy posługiwać się wskaźnikami rentowności, która jest jednym z podstawowych wyznaczników kondycji finansowej przedsiębiorstwa. Odzwierciedla ona w najbardziej syntetycznej formie efektywność gospodarowania w przedsiębiorstwie. Wskaźniki rentowności stanowią, najogólniej ujmując, relację zysku do kapitału. Zarówno licznik jak i mianownik tej relacji może być różnie ujmowany. Wskaźniki rentowności mogą być obliczane w ujęciu statycznym i dynamicznym. Ogólne można wyróżnić trzy rodzaje rentowności [11]:

- rentowność sprzedaży (handlową),
- rentowność majątku (ekonomiczna),
- rentowność zaangażowanych kapitałów własnych (finansowa).

Z całej gamy wskaźników rentowności autor posłużył się wskaźnikiem w postaci stopy zysku brutto wyrażonego wzorem [11]:

$$GPM = \frac{\text{zysk brutto}}{\text{sprzedaż netto}} \cdot 100 \quad (6)$$

Informuje on o tym, ile procent zysku w stosunku do sprzedaży przynosi działalność danej jednostki. Jest ona więc wyrazem: ilości sprzedanych produktów, struktury asortymentowej wyrobów o różnej rentowności jednostkowej, polityki cen oraz poziomu jednostkowych kosztów własnych sprzedaży.

Poziom wskaźnika rentowności sprzedaży jest uzależniony od rodzaju działalności przedsiębiorstwa i specyfiki branży. Znajduje w nim odzwierciedlenie

Tab. 1 Wskaźniki techniczno-ekonomiczne kopalń „A” - „E”; źródło: opracowanie własne

Tab. 1 Technical and economic coefficients for mines „A”-„D”; Source: Own elaboration

Wyszczególnienie	Kop. „A”	Kop. „B”	Kop. „C”	Kop. „D”	Kop. „E”
Średnie wydobywanie dobowe [t netto/d]	6 200	10 500	19 500	18 000	10 200
Zdolność wydobywcza [t netto/rok]	1 600 000	2 700 000	5 100 000	4 600 000	2 600 000
Koszt jednostkowy [zł/t]	136,9	159,02	153,75	115,87	192,53
Udział kosztu stałego [%]	76,6	86,96	85,71	86,98	81,2

pozycja firmy na rynku produktów (wyrobów, usług) realizowanych w ramach działalności podstawowej.

Obliczenia i ocena uzyskanych wyników

Obliczenia przeprowadzono dla rzeczywistego wielozakładowego przedsiębiorstwa górnictwa węglowych grupującego pięć kopalń „A”-„E” o zróżnicowanej charakterystyce produkcji. Możliwości produkcyjne analizowanych kopalń wraz z wskaźnikami techniczno-ekonomicznymi ujęto w tabeli 1 [4].

Do wylosowania wielkości zapotrzebowania poszczególnych grup odbiorców przyjęto rozkład normalny z wartością oczekiwaną (nominalną) równą planowanej wielkości zapotrzebowania (sprzedaży) na 2012 rok (tab. 2) [4]. Wielkość odchylenia standardowego (dyspersji σ_r) wynika z analiz zmian zapotrzebowania poszczególnych grup odbiorców. W etapie drugim przeprowadzono analizę skutków losowych zmian zapotrzebowania według najbardziej prawdopodobnego błędu (standardowy) prognozy. Jego wielkość oszacowano metodą regresji na podstawie poniższego wzoru [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9]:

$$\sigma_{yprog} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_y^2} \quad (7)$$

przy czym:

σ_r^2 – wariancja składnika resztowego, obliczona według wzoru:

$$\sigma_r^2 = \frac{\sum_{n=1}^N (y_n - y_{mod})^2}{N - K} \quad (8)$$

gdzie:

y_n – rzeczywista wartość zmiennej endogenicznej,

y_{mod} – wartość modelowa zmiennej endogenicznej,

N – liczba obserwacji (zmiennych),

K – liczba szacowanych parametrów strukturalnych modelu.

σ_y^2 – wariancja modelu prognostycznego obliczona na podstawie zależności:

$$\sigma_y^2 = 1 - x_{N+2} \cdot [X^T \cdot X]^{-1} \cdot [1 \quad x_{N+2}]^T \cdot \sigma_r^2 \quad (9)$$

gdzie:

x_{N+2} – czas, dla którego przygotowuje się prognozę. oraz

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_N \end{bmatrix} \quad X^T X = \begin{bmatrix} N & \sum_{n=1}^N x_n \\ \sum_{n=1}^N x_n & \sum_{n=1}^N x_n^2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

W analizie przyjęto liczbę losowań równą 1 000, co daje dobrą jakość estymacji wynikowych rozkładów prawdopodobieństwa przewidywanej rentowności dla poszczególnych kopalń.

W etapie trzecim badano jaki wpływ na osiągnięty zysk wielozakładowego przedsiębiorstwa górnictwa i poszczególnych kopalń wywiera wzrost i spadek poziomu zapotrzebowania odbiorców węgla. W tym celu wartość planowaną prognozy zapotrzebowania dla każdego odbiorcy w pierwszym przypadku pomniejszono (P_1), a w drugim powiększono (P_2) o wartość błędu modelu (7). Dane ujęto w tabeli 4. Uzyskane wyniki dotyczące rentowności kopalń przedstawiono w tabeli 5 i na rysunkach 1–4.

Celem szczegółowej oceny uzyskanych wyników obliczono minimalną, maksymalną oraz najczęściej występującą wielkość rentowności poszczególnych kopalń wraz z prawdopodobieństwami jej uzyskania (tab. 5). Dodatkowo na rysunkach, czarną pionową linią, zaznaczono wartość planowaną (wynikającą z planu optymalnego) rentowności, zarówno dla wielozakładowego przedsiębiorstwa górnictwa, jak i poszczególnych kopalń.

Interpretację wyników oparto na intuicyjnym pojęciu wrażliwości ocenianej subiektywnie, rozumianej jako wielowymiarowa miara niepewności rentowności kopalń wobec losowych zmian zapotrzebowania.

Posługiwanie się wskaźnikiem rentowności jest bardziej sensowne, ponieważ zwraca on informację ile procent ze sprzedaży przypada na zysk, np.: w przypadku kopalni „B” 14% z przychodu będzie stanowiło zysk. Jak można zauważyć (tab. 5) poza kopalnią „D” pozostałe kopalnie mają małą rentowność, a to świadczy o wysokim koszcie stałym i zarazem jednostkowym. Ma to szczególne znaczenie w przypadku obniżania produkcji poniżej zdolności produkcyjnej.

Na podstawie wyników (tab. 5) uzyskanych dla wybranego wskaźnika rentowności (wzór 7) można st-

Tab. 2 Zestawienie wartości planowanej zapotrzebowania oraz dyspersji σ_r, σ_{yprog} dla poszczególnych grup odbiorców [t]; źródło: opracowanie własne

Tab. 2 Nominal value and dispersion σ_r, σ_{yprog} for every group of consumers [ton]; Source: Own elaboration

Nazwa grupy odbiorców	Wartość planowana zapotrzebowania	Dyspersja σ_r	Dyspersja σ_{yprog}
Eksport 8	300 857	95 728	70 206
Eksport 9	419 447	133 461	116 914
Ludność 1	336 060	13 035	10 565
Ludność 3	5 475 600	212 387	140 553
Ludność 4	1 391 200	53 962	35 711
Kotły pyłowe	2 385 300	92 521	61 228
Paleniska rusztowe 2	265 940	10 315	6 826
Paleniska rusztowe 3	1 095 000	42 472	28 107
Paleniska rusztowe 4	567 619	22 017	14 570
Paleniska komorowe 1	425 765	16 514	10 929

Tab. 3 Zestawienie wartości planowanej prognoz P_1 i P_2 dla poszczególnych grup odbiorców[t]; źródło: opracowanie własne

Tab. 3 Nominal value of prognosis P_1, P_2 for every group of consumers [ton]; Source: Own elaboration

Nazwa grupy odbiorców	Wartość planowana prognozy P_1	Wartość planowana prognozy P_2
Eksport 8	230 651	371 063
Eksport 9	302 533	536 361
Ludność 1	325 495	346 625
Ludność 3	5 335 046	5 616 152
Ludność 4	1 355 489	1 426 911
Kotły pyłowe	2 324 072	2 446 528
Paleniska rusztowe 2	259 114	272 766
Paleniska rusztowe 3	1 066 893	1 123 107
Paleniska rusztowe 4	553 049	582 189
Paleniska komorowe 1	414 836	436 694

wierdzić, że z analizowanej grupy kopalń jedynie kopalnia „A” jest deficytowa. Jej planowana rentowność sprzedaży (wynikająca z planu optymalnego) kształtuje się na poziomie -15,53% z prawdopodobieństwem, że stan taki się utrzyma, dla dyspersji σ_r i σ_{yprog} odpowiednio 0,881 i 0,705. W przypadku spadku zapotrzebowania do poziomu P_1 prawdopodobieństwo to wyniesie 0,719, ale z większym prawdopodobieństwem – 0,802 rentowność ta może wynieść -195,38. Natomiast wzrost zapotrzebowania do P_2 gwarantuje utrzymanie przynajmniej rentowności planowanej, z prawdopodobieństwem prawie równym jedności. Równie wysoce prawdopodobne jest to, że kopalnia będzie rentowna – prawdopodobieństwo 0,6 (28,89%) (rys. 2).

Prawdopodobieństwo osiągnięcia przez kopalnie „B” i „C” rentowności planowanej dla σ_r, σ_{yprog} i przy wzroście zapotrzebowania do P_2 wynosi prawie 1. Prawdopodobieństwo to, przy spadku zapotrzebowania do wartości P_1 , maleje nieznacznie do wartości 0,814

(kopalnia „B”) i 0,494 (kopalnia „C”). Wartości wskaźników ich rentowności mogą obniżyć się w stosunku do wartości planowanej o 2 punkty procentowe.

Kopalnia „D” może osiągnąć rentowność wynikającą z planu optymalnego jedynie z prawdopodobieństwem niewiele powyżej 0,5 przy σ_r, σ_{yprog} (rys. 3). Przy spadku zapotrzebowania do P_1 prawdopodobieństwo to wyniesie 0,23. Podobnie jak w przypadku kopalń „B” i „C” rentowność, jaką może osiągnąć kopalnia przyjmuje wartości zbliżone do rentowności planowanej (również niewielkie 2% wahania).

Należy również zwrócić uwagę, że przy niesprzyjających warunkach rynkowych kopalnia „E” może stać się deficytowa (rys. 4). Zaproponowana metoda (oparta na symulacji Monte Carlo) pozwala ujawnić takie sytuacje, co zarazem potwierdza słuszność jej zastosowania. Prawdopodobieństwo osiągnięcia rentowności planowanej, dla kopalni „E”, dla wszystkich czterech wariantów zapotrzebowania wynosi około 0,12. Zarów-

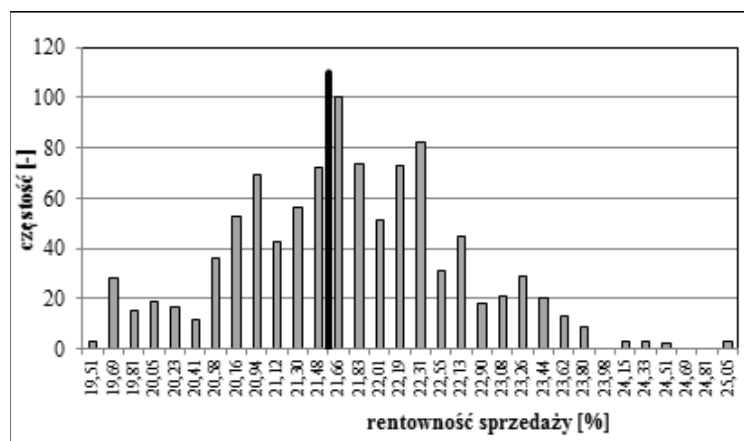
Tab. 4 Zestawienie wartości planowanej, minimalnej, maksymalnej i średniej uzyskiwanej opracowaną metodą rentowności sprzedaży oraz prawdopodobieństwa jej osiągnięcia dla wartości planowanych P_1 i P_2 oraz dyspersji σ_r, σ_{yprog} ; źródło: opracowanie własne

Tab. 4 The list of the nominal, minimal, maximum and average values of the forecasted level of profitability of mines and the probability of the results at dispersion σ_r, σ_{yprog} and levels P_1, P_2 ; Source: Own elaboration

	Rentowność sprzedaży [%]				Prawdopodobieństwo osiągnięcia rentowności sprzedaży [-]			
	Według planu	Min.	Max	Średnia	Min.	Max	Według planu	Średniej
Wielozakładowe przedsiębiorstwo górnicze								
σ_r	21,64	17,94	28,56	21,66	0,002	0,002	0,562	0,562
σ_{yprog}	21,64	19,51	25,05	21,63	0,003	0,003	0,577	0,577
P_1	21,64	15,85	22,77	19,30	0,002	0,003	0,025	0,550
P_2	21,64	17,78	26,49	23,81	0,001	0,005	0,995	0,557
Kopalnia „A”								
σ_r	-15,53	-3481,91	1073,39	-31,16	0,003	0,003	0,881	0,881
σ_{yprog}	-15,53	-1282,30	45,30	-54,70	0,003	0,285	0,705	0,831
P_1	-15,53	-4242,55	19,81	-195,38	0,003	0,003	0,719	0,802
P_2	-15,53	-82,09	53,49	28,89	0,002	0,021	0,986	0,598
Kopalnia „B”								
σ_r	14,07	14,06	32,45	14,84	0,003	0,003	0,977	0,117
σ_{yprog}	14,07	14,063	24,82	14,41	0,003	0,003	0,977	0,997
P_1	14,07	13,35	25,74	15,09	0,003	0,003	0,814	0,280
P_2	14,07	14,06	33,47	14,89	0,003	0,003	0,997	0,109
Kopalnia „C”								
σ_r	13,17	7,4	13,181	13,04	0,002	0,006	0,938	0,938
σ_{yprog}	13,17	8,9	13,181	13,16	0,002	0,003	0,980	0,983
P_1	13,17	1,28	13,181	11,64	0,002	0,003	0,494	0,672
P_2	13,17	13,17	13,178	13,18	0,003	0,542	1,000	0,003
Kopalnia „D”								
σ_r	42,95	40,90	43,04	42,86	0,003	0,322	0,554	0,664
σ_{yprog}	42,95	42,47	43,04	42,92	0,003	0,328	0,538	0,628
P_1	42,95	40,81	43,04	42,73	0,003	0,055	0,233	0,659
P_2	42,95	42,65	43,04	43,01	0,003	0,710	0,866	0,787
Kopalnia „E”								
σ_r	15,66	3,09	15,67	15,46	0,003	0,003	0,121	0,987
σ_{yprog}	15,66	4,12	15,67	15,58	0,003	0,003	0,114	0,983
P_1	15,66	-15,95	15,68	14,27	0,003	0,003	0,120	0,842
P_2	15,66	13,78	15,67	15,65	0,003	0,003	0,121	0,889

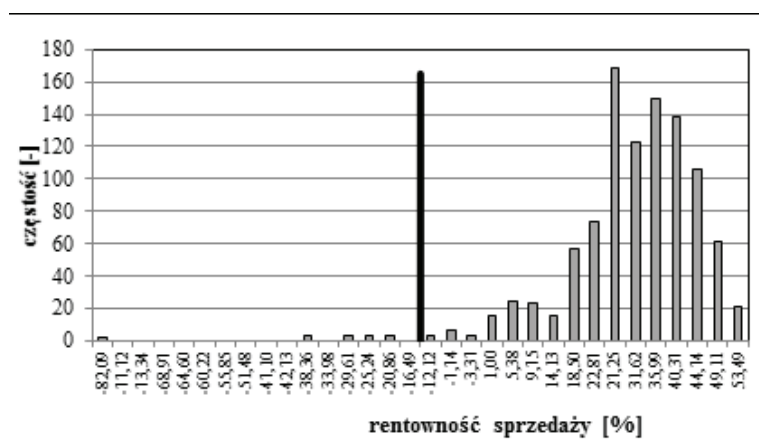
no maksymalne, jak i średnie wartości rentowności są zbliżone do jej wartości planowanej (wyjątek dla prognozy P_1). Nieznacznie mniejsze wartości: 15,46%, 15,58% i 15,65 mogą wystąpić z prawdopodobieństwem odpowiednio 0,987, 0,983 i 0,889. Można wnioskować, że kopalnia posiada zbyt duże koszty stałe, co sugeruje wskaźnik rentowności sprzedaży – prawie 16% wartości sprzedaży przynosi kopalni zysk, przy prawie pełnym wykorzystaniu zdolności produkcyjnych.

Z prawdopodobieństwem 0,003 zachodzi również sytuacja osiągnięcia, prawie przez wszystkie kopalnie, rentowności skrajnych (znacznie lepszych i gorszych (nawet ujemnych). Kopalnie „A”, „C”, „D” i „E” wykazują dużą wrażliwość w przekroju analizowanych zmian poziomu zapotrzebowania. Dlatego też rentowność planowana wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego przy σ_r i σ_{yprog} może zostać osiągnięta z prawdopodobieństwem prawie 0,6 (rys. 1). Przy



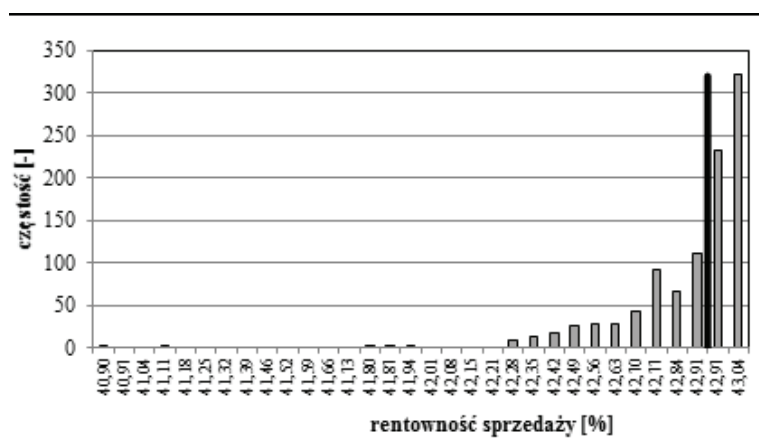
Rys. 1 Histogram częstości uzyskiwanych wielkości rentowności sprzedaży dla wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego przy dyspersji σ_{yprog} ; źródło: opracowanie własne

Fig. 1 Histogram showing frequencies of achieving given profitability for Multi-Facility Mining Enterprise with dispersion σ_{yprog} ; Source: Own preparation



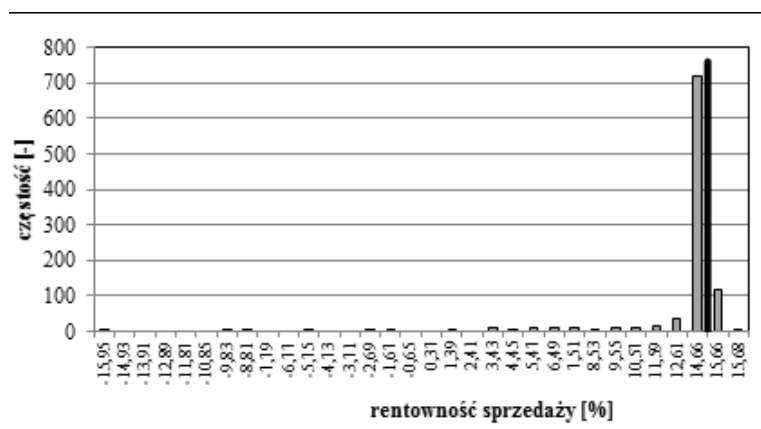
Rys. 2 Histogram częstości uzyskiwanych wielkości rentowności sprzedaży dla kopalni „A” przy wartości planowanej P_2 i dyspersji σ_{yprog} ; źródło: opracowanie własne

Fig. 2 Histogram showing frequencies of achieving given profitability for mine “A” with prognosis P_2 and dispersion σ_{yprog} ; Source: Own preparation



Rys. 3 Histogram częstości uzyskiwanych wielkości rentowności sprzedaży dla kopalni „D” przy dyspersji σ ; źródło: opracowanie własne

Fig. 3 Histogram showing frequencies of achieving given profitability for mine “D” with dispersion σ ; Source: Own preparation



Rys. 4 Histogram częstości uzyskiwanych wielkości rentowności sprzedaży dla kopalni „E” przy wartości planowanej P_1 i dyspersji σ_{yprog} ; źródło: własne
 Fig. 4 Histogram showing frequencies of achieving given profitability for mine “E” with prognosis P_1 and dispersion σ_{yprog} ; Source: Own preparation

spadku zapotrzebowania do P_1 prawdopodobieństwo to wynosi zaledwie 0,025, a przy zapotrzebowaniu P_2 wynosi 1.

Podsumowanie

W oparciu o opracowaną metodę oceny wpływu zmiennego zapotrzebowania odbiorców węgla kamiennego na efektywność funkcjonowania wielozakładowego przedsiębiorstwa górnictwa, uzyskuje się wyniki przedstawiane w postaci histogramów wahań wybranych wielkości techniczno-ekonomicznych w przekroju wielowariantowości zmian zapotrzebowania. Kadra kierownicza otrzymuje w ten sposób informacje o prawdopodobieństwie osiągnięcia wielkości analizowanych wskaźników, bądź to w odniesieniu do planu produkcji, bądź innych przyjętych kryteriów.

Otrzymywane wyniki umożliwiają wyznaczyć kierunek, w którym zmiany te będą postępować oraz

z jakim prawdopodobieństwem, co pozwala na dostosowanie planów produkcyjnych kopalń w analizowanym przedziale czasowym.

Zaprezentowana metoda z dużym prawdopodobieństwem odwzorowuje realne sytuacje, które mogą wystąpić w sferze podstawowych wskaźników, będących przedmiotem badań, takich jak np.: rentowność, struktura asortymentowa produkcji, poziom zapasów, stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych, próg rentowności. Proponowana metoda może stanowić przydatne narzędzia interpretacji uzyskiwanych wyników oraz wspomagania kadry zarządzającej w podejmowaniu decyzji produkcyjnych w odniesieniu do wielozakładowego przedsiębiorstwa górnictwa.

Publikację wykonano w 2017 roku w ramach badań statutowych, umowa nr: 11.11.100.693, zadanie 5.

Literatura – References

1. Barnett V., Elementy pobierania prób, Warszawa, PWN 1982.
2. Bobrowski D., Probabilistyka w zastosowaniach technicznych, Warszawa, WNT 1986.
3. Brandt S., Analiza danych. Metody statystyczne i obliczeniowe, Warszawa, PWN 1998.
4. Fuksa D., „Metoda oceny wpływu zmiennego zapotrzebowania odbiorców węgla kamiennego na efektywność funkcjonowania wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego”, Kraków, Wydawnictwo AGH 2012
5. Gnot S., Estymacja komponentów wariancyjnych w modelach liniowych, Warszawa, WNT 1991.
6. Goryl A., Jędrzejczyk Z., Wprowadzenie do ekonometrii w przykładach i zadaniach, Warszawa, PWN 1996.
7. Grabiński T., Wydymus S., Zaliaś A., Metody doboru zmiennych w modelach ekonometrycznych, Warszawa, PWN 1982.
8. Grabiński T., Wydymus S., Zaliaś A., Modele ekonometryczne w procesie prognozowania, Kraków, AE 1978.
9. Rocki M., Ekonometria praktyczna, Warszawa, SGH 2002.
10. Sadowski W., Teoria podejmowania decyzji, Warszawa, PWE 1976.
11. Sierpińska M., Jachna T., Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. Warszawa, PWN, 2004.
12. Zieliński R., Metoda Monte Carlo, Warszawa, WNT 1974.

The Method for the Assessment of the Impact of Variable Demand of Hard Coal Consumers on the Profitability of a Multi-Facility Mining Enterprise

This article analyzes the influences of changes in demand on profitability of a multi-facility mining enterprise based on the Monte Carlo method. The explored method allows predicting the profitability of mines. It also makes it possible to forecast the direction along with the probability of outcomes.

Keywords: method Monte Carlo, profitability, optimization, algorithm Simplex