



O możliwościach obniżania jednostkowego kosztu produkcji zakładu górniczego w świetle badań analitycznych

About the possibilities of reducing the unit cost of mine production in analytical approach

Prof. dr hab. inż. Roman Magda^{*)}

Treść: W pracy przedstawiono wybrane rezultaty badań analitycznych nad możliwościami obniżania jednostkowego kosztu produkcji zakładu górniczego z uwzględnieniem klasycznego podziału kosztów produkcji na stałe i zmienne. Określono nadwyżkę jednostkowego kosztu produkcji jako funkcję stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej i kosztu stałego przypadającego na jednostkę zdolności produkcyjnej. Wykonano obliczenia symulacyjne i zinterpretowano ich wyniki.

Abstract: Selected results of analytical research on the possibilities of reducing the unit cost of mine production according to the classic cost division into fixed and variable are presented. A surplus of the unit cost of production as a function of degree of the mine capacity utilization and fixed cost relating to a unit of the mine capacity is determined. Results of appropriate calculations are discussed.

Słowa kluczowe:

przemysł wydobywczy, zarządzanie i inżynieria produkcji, jednostkowy koszt produkcji

Key words:

mining industry, management and production engineering, unit cost of production

1. Wprowadzenie

Aktualna sytuacja w krajowym górnictwie węgla kamiennego jest wyjątkowo trudna z ekonomicznego punktu widzenia. Górnictwo wymaga permanentnej restrukturyzacji we wszystkich płaszczyznach swojej działalności gospodarczej, a jednym z istotnych kierunków podejmowanych działań powinno być dalsze obniżanie jednostkowego kosztu produkcji przedsiębiorstw górniczych. Niezależnie od podejmowanych wysiłków na rzecz restrukturyzacji techniczno-technologicznej i organizacyjnej sektora węgla kamiennego ciągle podstawowym, a wręcz nadrzędnym działaniem jest dążenie do obniżania jednostkowego kosztu produkcji węgla, w taki sposób aby jego poziom nie przekraczał ceny, która w ostatnim okresie niebezpiecznie spadła. Jednostkowy koszt produkcji jest nierozzerwalnie związany ze stopniem wykorzystania zdolności produkcyjnej posiadanego potencjału technicznych środków produkcji i zasobów ludzkich (Magda 2014, Magda, Woźny 2014). Możliwości obniżania jednostkowego kosztu produkcji w przypadku kopalń eksploatujących złoża kopaliny są ograniczone, przyjętymi wcześniej rozwiązaniami, na etapach planowania i projektowania eksploatacji złoża. W przypadku zakładów górniczych łączonych w kopalnie zespolone (PGG Polska Grupa Górnicza) może okazać się w praktyce, że zdolności produkcyjne poszczególnych ciągów technologicznych nie są ze sobą spójne, co może prowadzić do generowania kosztów stałych, wynikających z niepełnego wykorzystania potencjału zdolności produkcyjnej tych ciągów, a jednocześnie z koniecznością ponoszenia wydatków na ich utrzymywanie.

Celem artykułu jest przedstawienie wybranych rezultatów badań analitycznych nad oceną możliwości obniżania jednostkowego kosztu produkcji w ogólnej, uproszczonej postaci, w

oparciu o tezę, stwierdzającą, że jednostkowy koszt produkcji przyjmuje najmniejszą wartość wówczas, gdy wielkość produkcji jest równa zdolności produkcyjnej, jaką posiada zakład górniczy w przyjętej jednostce czasu (przy założeniu określonej liczby dni z produkcją), a kosztem stałym przypadającym na jednostkę zdolności produkcyjnej jest najniższy z możliwych. Rezultaty tych badań, wsparte obliczeniami symulacyjnymi pokazującymi istotę wpływu określonych wskaźników na możliwości obniżania jednostkowego kosztu produkcji w ujęciu ilościowym są przedstawione poniżej.

2. Analityczne modelowanie jednostkowego kosztu produkcji

W celu przeprowadzenia analitycznych rozważań nad możliwościami obniżania jednostkowego kosztu produkcji najlepiej skorzystać z klasycznego podziału kosztów na stałe i zmienne. Charakterystyczną cechą produkcji górniczej jest wysoki poziom kosztów stałych, sięgający w przeciętnych warunkach nawet 80% wszystkich kosztów.

W ogólnym ujęciu, koszt produkcji jaki zakład górniczy ponosi w przyjętej do rozważań jednostce czasu (najlepiej w ciągu jednego roku obrachunkowego, chociaż do bardziej szczegółowych rozważań można przyjmować krótsze przedziały czasu) można podzielić na koszt stały (niezależny od wielkości produkcji) i koszt zmienny (zależny od wielkości produkcji). Koszt ten może być opisany wzorem

$$K = K_s + K_z$$

gdzie:

K – koszt produkcji, mln zł/rok,

K_s – koszt produkcji stały niezależny od wielkości produkcji, mln zł/rok,

^{*)} AGH w Krakowie

K_z – koszt produkcji zmienny zależny od wielkości produkcji, mln zł/rok.

W przypadku zakładu górniczego, gdzie wielkość produkcji odpowiada wielkości wydobycia węgla handlowego, można koszt zmienny wyrazić wzorem

$$K_z = k_z * P$$

gdzie:

k_z – jednostkowy koszt zmienny, zł/Mg,

P – wielkość produkcji (węgla handlowego), mln Mg/rok.

W świetle powyższych zależności jednostkowy koszt produkcji może być opisany formułą

$$k = \frac{K_s}{P} + k_z$$

gdzie:

k – jednostkowy koszt produkcji węgla, zł/Mg.

Dla określonych wielkości kosztu stałego K_s (wyrażonego w mln zł/rok) i jednostkowego kosztu zmiennego k_z (wyrażonego w zł/Mg), jednostkowy koszt produkcji węgla będzie najmniejszy jeśli wielkość produkcji odpowiadająca wydobyciu węgla handlowego P (wyrażona w mln zł/rok), będzie przyjmować wartość największą z możliwych. Wielkość tej produkcji nie może jednak przekroczyć zdolności produkcyjnej kopalni, a więc jest ograniczona zależnością

$$P \leq Z$$

gdzie:

Z – zdolność produkcyjna zakładu górniczego, mln Mg/rok.

Uwzględniając specyfikę procesu produkcyjnego zakładu górniczego, na który składa się szereg procesów technologicznych, z których każdy posiada określoną zdolność produkcyjną, można wyodrębnić główne ciągi technologiczne, które wpływają na wypadkową zdolność produkcyjną całego zakładu. Można przyjąć, że jego zdolność produkcyjna jest najmniejszą spośród zdolności produkcyjnych głównych ciągów w procesie technologicznym procesu produkcyjnego kopalni zgodnie z poniższą zależnością

$$Z = \min\{Z_f, Z_w, Z_o, Z_c, Z_p\}$$

gdzie:

Z_f – zdolność produkcyjna frontu eksploatacyjnego, mln Mg/rok,

Z_w – zdolność produkcyjna systemu wentylacji kopalni, mln Mg/rok,

Z_o – zdolność produkcyjna transportu poziomego (odstawy), mln Mg/rok,

Z_c – zdolność produkcyjna transportu pionowego (ciągnięcia), mln Mg/rok,

Z_p – zdolność produkcyjna zakładu przeróbki mechanicznej, mln Mg/rok.

Dla określonego poziomu kosztu stałego produkcji minimalną wartość kosztu jednostkowego można odwzorować następująco

$$k_{min} = \frac{K_s}{Z} + k_z$$

gdzie:

k_{min} – najmniejsza z możliwych wartości kosztu jednostkowego produkcji, zł/Mg.

Koszt jednostkowy wyrażony powyższą formułą stanowi swoisty benchmark, trudny do osiągnięcia w praktyce, do jakiego jednak należy dążyć, aby w efekcie uzyskać najmniejszy z możliwych jednostkowy koszt produkcji.

W praktyce, utrzymanie wielkości wydobycia na poziomie równym zdolności produkcyjnej zakładu wydobywczego w dłuższym przedziale czasu, za jaki można przyjąć na przykład przedział roczny, jest niezmiernie trudne do uzyskania,

bowiem proces ten ma charakter losowy, jest realizowany w warunkach niepewności i ryzyka, które wynikają z wielu przyczyn natury geologiczno-górnicy, techniczno-organizacyjnej i ekonomiczno-finansowej, w dużej mierze trudnych do przewidzenia. Z tego wynika, że koszt jednostkowy odpowiadający rzeczywistym warunkom będzie większy od kosztu minimalnego k_{min} , niemniej należy dążyć do niego wszelkimi możliwymi środkami, podejmując odpowiednie działania restrukturyzacyjne.

W ogólnym ujęciu modelowym można przyjąć stopień wykorzystania zdolności produkcyjnej jako zmienną wielkość określoną wzorem

$$w_1 = \frac{P}{Z}$$

gdzie:

w_1 – stopień wykorzystania zdolności produkcyjnej.

Nadwyżka (bezwzględny przyrost) kosztu jednostkowego Δk w stosunku do kosztu minimalnego, który odpowiada pełnemu wykorzystaniu zdolności produkcyjnej, może być określona ze wzoru

$$\Delta k = k - k_{min}$$

W wyniku odpowiednich przekształceń (Magda 2014, Magda, Woźny 2014) można uzyskać zależność:

$$\Delta k = \left(\frac{1}{w_1} - 1\right) * \frac{K_s}{Z}$$

Z powyższej formuły wynika, że bezwzględny przyrost kosztu jednostkowego w stosunku do kosztu minimalnego nie zależy od kosztu zmiennego.

Relację pomiędzy kosztem stałym produkcji, a zdolnością produkcyjną można przyjąć jako kolejny wskaźnik wyrażony wzorem

$$w_2 = \frac{K_s}{Z}$$

gdzie:

w_2 – koszt stały przypadający na jednostkę zdolności produkcyjnej, zł/Mg.

Uwzględniając powyższe, można zapisać formułę

$$\Delta k = \left(\frac{1}{w_1} - 1\right) * w_2$$

Bezwzględny przyrost kosztu jednostkowego w stosunku do kosztu minimalnego jest funkcją dwóch wskaźników, a mianowicie wskaźnika w_1 oraz wskaźnika w_2 , przy czym: $0 < w_1 \leq 1$

Należy dążyć do tego, aby wskaźnik w_1 zbliżał się do 1, a wskaźnik w_2 przyjmował wartości najmniejsze z możliwych, można zatem przyjąć następujące kierunki racjonalizacji:

$$w_1 \rightarrow 1$$

$$w_2 \rightarrow \min$$

Wskaźnik w_1 jest wskaźnikiem odzwierciedlającym poprawny proces zarządzania produkcją i w pewnym sensie może stanowić miernik oceny tej poprawności. Wskaźnik w_2 może w pewnym sensie stanowić miernik właściwego zarządzania kosztami, jednak obydwa te aspekty zarządzania (produkcją i kosztami), mierzone zdefiniowanymi w taki sposób wskaźnikami w_1 i w_2 , są ze sobą powiązane, przenikają się wzajemnie, wpływając na siebie w ujęciu rzeczowo-kosztowym.

Analiza kształtowania się obydwu tych wskaźników może być jednak punktem wyjścia do podejmowania działań w zakresie restrukturyzacji zasobów przedsiębiorstwa, zwłaszcza restrukturyzacji techniczno-technologicznej i organizacyjnej, które to działania służyłyby powiększaniu wskaźnika w_1 w kierunku jego wzrostu do jedności oraz restrukturyzacji w zakresie zarządzania kosztami, które to działania służyłyby obniżaniu wskaźnika w_2 do wartości najmniejszej z możliwych.

Przykładowo, jeśli w wyniku diagnozy wynikałoby, że wartość wskaźnika w_1 jest zbyt niska i/lub wartość wskaźnika w_2 zbyt wysoka, należałoby opracować program restrukturyzacji służący poprawie tych wskaźników, zaimplementować go w praktyce i monitorować na bieżąco, badając kształtowanie się tych wskaźników w danym okresie.

Badania nad wielkościami wchodzącymi w skład powyższej formuły mogą stanowić pewien element poszukiwania sposobów na obniżanie jednostkowego kosztu produkcji, niezmiernie istotny w obecnych uwarunkowaniach gospodarczych w jakich funkcjonuje polskie górnictwo węgla kamiennego.

3. Wyniki przykładowych obliczeń symulacyjnych

W celu pokazania jakiego rzędu wartości może przyjmować nadwyżka kosztu jednostkowego Δk i w jaki sposób wpływają na nią wskaźniki w_1 i w_2 , wykonano obliczenia symulacyjne na przykładzie zakładu górniczego o zdolności produkcyjnej: $Z = 3$ mln Mg/rok przyjmując wariantowo:

- koszt stały: $K_s = 800, 900, 1000, 1100$ lub 1200 mln zł/rok,
- stopień wykorzystania zdolności wydobywczej kopalni: $w_1 = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9$ lub 1 .

Obliczenia te mają wyłącznie charakter poglądowy, służą pokazaniu ogólnych tendencji i nie należy ich kojarzyć z którąkolwiek z czynnych kopalń węgla kamiennego. Otrzymane wyniki obliczeń zestawiono w tab. 1, a kształtowanie się wartości tej nadwyżki zilustrowano na rys. 1.

Znajomość wskaźników w_1 i w_2 umożliwia oszacowanie potencjalnych możliwości obniżania jednostkowego kosztu produkcji. Przykładowo, bazując na danych z tab. 1, które dotyczą hipotetycznego zakładu górniczego o zdolności produkcyjnej rzędu 3 mln Mg/rok, produkcji rocznej rzędu 1,8 mln Mg/rok i kosztów stałych na poziomie 1000 mln zł/rok ($w_1=0,6; w_2=333$ zł/Mg), można oszacować perspektywiczne możliwości obniżania jednostkowego kosztu produkcji w wyniku podjęcia określonych działań zmierzających do poprawy wskaźników w_1 i w_2 . Na przykład, jeśli efektem podjętych działań restrukturyzacyjnych jest wzrost wskaź-

nika w_1 z wartości 0,6 do wartości 0,7 i spadek wskaźnika w_2 z 333 zł/Mg do 300 zł/Mg (redukcja kosztów stałych do poziomu 900 mln zł/rok), to skutkiem może być obniżenie jednostkowego kosztu produkcji o 93 zł/Mg – wynika to z różnicy pomiędzy nadwyżką $\Delta k = 222$ zł/Mg i nadwyżką $\Delta k = 129$ zł/Mg (patrz tab.1).

Tabela 1. Wyniki obliczeń nadwyżki kosztu jednostkowego Δk [zł/Mg]

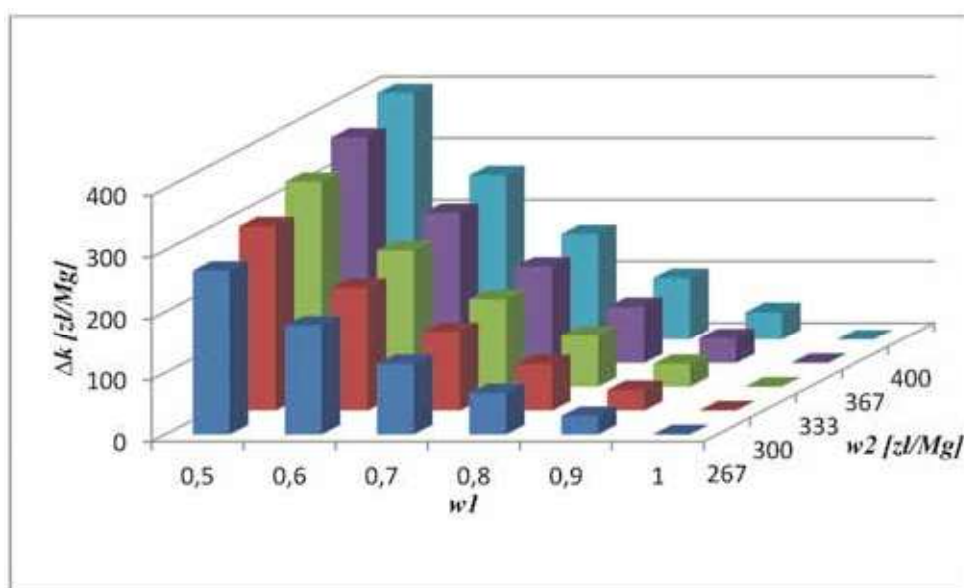
Table 1. Calculation results of the unit cost surplus Δk [zł/Mg]

w_1	w_2 [zł/Mg]				
	400	367	333	300	267
0,5	400	367	333	300	267
0,6	267	244	222	200	178
0,7	171	157	143	129	114
0,8	100	92	83	75	67
0,9	44	41	37	33	30
1	0	0	0	0	0

4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono zarys problematyki dotyczącej potencjalnych możliwości obniżania jednostkowego kosztu produkcji w zakładzie górnicznym w uproszczonym, analitycznym ujęciu. W pogłębionym wymiarze problematyka ta może stanowić punkt wyjścia do opracowania programu restrukturyzacji przedsiębiorstwa górniczego. W ogólnym ujęciu działania restrukturyzacyjne można podzielić na następujące etapy:

- identyfikacja wskaźników w_1 i w_2 , analiza i diagnoza oraz rozpoznanie ewentualnych potrzeb i możliwości ich poprawy,
- opracowanie programu restrukturyzacji zmierzającej do racjonalizacji wskaźników w_1 i w_2 ,
- planowanie i harmonogramowanie działań restrukturyzacyjnych,
- kierowanie procesem wdrażania zmian połączone z monitorowaniem wskaźników w_1 i w_2 .



Rys. 1. Kształtowanie się nadwyżki kosztu jednostkowego Δk jako funkcji wskaźników w_1 i w_2 w analizowanym przykładzie

Fig. 1. Development of the unit cost surplus Δk as a function of indices w_1 and w_2 for the analyzed example

W przypadku zainteresowania tą problematyką ze strony przedsiębiorstw górniczych Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle oferuje przeprowadzenie pogłębionych badań ukierunkowanych na potrzeby praktyki przemysłowej.

**Praca wykonana w ramach badań statutowych – umowa
Nr 11.11.100.693**

Literatura

1. MAGDA R. 2014 - Wpływ stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu górniczego na jednostkowy koszt własny. W: Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom I, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. Opole.
2. MAGDA R., WOŹNY T. 2014 – Zależność jednostkowego kosztu własnego od stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu wydobywczego. „Przeгляд Górnicy”, nr 9.

Artykuł wpłynął do Redakcji - marzec 2016
Artykuł zaakceptowano do druku 15 lipca 2016.

Zwiększajmy prenumeratę najstarszego – czołowego miesięcznika Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa!

Liczba zamawianych egzemplarzy określa zaangażowanie jednostki
gospodarczej w procesie podnoszenia kwalifikacji swoich kadr!