

WPLYW SYSTEMU ORGANIZACJI PRACY CIĄGŁEJ NA JEDNOSTKOWY KOSZT WŁASNY W ASPEKcie STOPNIA WYKORZYSTANIA ZDOLNOŚCI PRODUKCYJNEJ ZAKŁADU GÓRNICZEGO

Roman MAGDA, Tadeusz WOŹNY

Streszczenie: W pracy przedstawiono pewien wycinek badań obejmujący analizę i ocenę wpływu systemu organizacji pracy ciągłej na jednostkowy koszt własny zakładu górnictwa, przy uwzględnieniu stopnia wykorzystania jego rocznej zdolności produkcyjnej. Przeprowadzono wariantowe obliczenia przyjmując określone układy dni pracy i odpoczynku oraz wynikający z nich bilans czasu pracy. Uwzględniono strukturę rodzajową kosztów z podziałem na stałe i zmienne. W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano wartości jednostkowego kosztu własnego jako funkcję wielkości wydobycia oraz funkcję stopnia wykorzystania rocznej zdolności produkcyjnej zakładu górnictwa. Wyniki obliczeń posłużyły jako materiał do przeprowadzenia analizy porównawczej.

Słowa kluczowe: efektywność w zarządzaniu produkcją, wspomaganie procesu podejmowania decyzji, projektowanie i organizacja produkcji górnictwa, koszt własny produkcji górnictwa.

1. Wprowadzenie

Aktualnie obserwuje się spadek cen większości surowców na rynkach światowych. Szczególnie niekorzystna sytuacja dotyczy węgla kamiennego, obniżają się jego ceny a zapasy wydobytego już węgla zalegają na zwalach. Nadprodukcja węgla i utrzymywanie się niskich cen prowadzą w perspektywie do nieuchronnej likwidacji zakładów górniczych lub ich części, w których wydobywa się węgiel po wysokich jednostkowych kosztach własnych i przeniesienie ich zadań wydobywczych do kopalń o odpowiednio niskim poziomie tych kosztów. Jednocześnie działaniom tym powinien towarzyszyć wzrost stopnia wykorzystania potencjału produkcyjnego zakładów górniczych. Należy zatem poszukiwać sposobów obniżenia jednostkowego kosztu własnego produkcji górnictwa, np. w wyniku pełniejszego niż dotychczas wykorzystania posiadanego przez zakład górniczy potencjału technicznych środków produkcji i zatrudnionej załogi. Jednym z kierunków działań może być zastosowanie wielozmianowego i wielobrygadowego systemu pracy, który poprzez intensywniejsze wykorzystanie technicznych środków produkcji w skali roku może prowadzić do obniżenia jednostkowego kosztu własnego produkcji górnictwa.

Problem obniżenia jednostkowych kosztów własnych produkcji górnictwa jest zagadnieniem trudnym, bowiem wysokie koszty stałe tej produkcji (sięgające 80% kosztu własnego), wysoki udział kosztów osobowych (sięgający 50% kosztu własnego) oraz zaangażowanie kosztownych technicznych środków produkcji (zwłaszcza wysoko zmechanizowanych kompleksów ścianowych) powodują wysoki udział kosztów stałych, które należy ponosić niezależnie od wielkości produkcji i sprzedaży. Jednostkowy koszt własny produkcji górnictwa będzie tym mniejszy im większa będzie wielkość produkcji zakładu górnictwa, a produkcja ta znajdzie szybko nabywcę.

Badania nad jednostkowym kosztem własnym produkcji górniczej nabierają szczególnego znaczenia w aktualnej sytuacji kryzysowej sektora górnictwa węgla kamiennego z uwagi na straty, jakie ponoszą duże, wielozakładowe spółki węglowe. Należy intensywnie poszukiwać sposobów jego obniżenia, usilnie zmierzając do sytuacji w której jego poziom nie przekracza średniej ceny gotowego produktu. Uzasadnia to kontynuację badań nad wpływem stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu górniczego na jednostkowy koszt własny [5,6]. Pojawiła się koncepcja rozszerzenia tych badań o nowy kierunek badawczy, zmierzający do określenia wpływu systemu organizacji pracy ciągłej zakładu górniczego na jednostkowy koszt własny, z jednoczesnym uwzględnieniem stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu górniczego.

System organizacji pracy ciągłej zakładu górniczego polega na kontynuowaniu wydobycia we wszystkie dni tygodnia (nie tylko dni traktowane jako robocze, ale również w soboty i niedziele), z wyłączeniem dni świątecznych ustawowo wolnych od pracy oraz dni niezbędnych ze względu na konieczne przerwy technologiczne w procesie produkcyjnym. Praca zakładu górniczego w systemie ciągłym wymaga dostosowania systemu organizacji pracy w taki sposób, aby część załogi obsługująca podstawowe ciągi technologiczne wydobycia i przeróbki mechanicznej pracowała również w soboty i niedziele.

Zagadnienie to było przedmiotem szeregu opracowań [1,2,3], które powstały w ślad za pojawieniem się koncepcji odmian organizacji produkcji polegającej na wielozmianowym i wielobrygadowym systemie organizacji pracy. W niniejszej pracy podjęto próbę oszacowania jednostkowego kosztu własnego dla różnych odmian organizacji produkcji przy założeniu pracy ciągłej zakładu górniczego. W tym celu poddano analizie trzy wybrane warianty organizacji produkcji – jeden zakładający klasyczny system organizacji pracy tylko w dni robocze oraz dwa zakładające różne odmiany systemu pracy ciągłej zakładu górniczego we wszystkie dni tygodnia, z wyłączeniem dni świątecznych ustawowo wolnych od pracy oraz dni niezbędnych ze względu na konieczne przerwy technologiczne w procesie produkcyjnym. W systemie organizacyjnym uwzględniającym pracę ciągłą zakładu górniczego zatrudniona byłaby znaczna część załogi zakładu górniczego, związana bezpośrednio z zabezpieczeniem ciągłości produkcji, natomiast pozostała część załogi, która nie wymaga zatrudnienia w systemie pracy ciągłej, byłaby zatrudniona na dotychczasowych zasadach w dni robocze (od poniedziałku do piątku).

2. Układy dni pracy i odpoczynku oraz bilans czasu pracy w systemie organizacyjnym uwzględniającym pracę ciągłą zakładu górniczego

Istota wielozmianowego i wielobrygadowego systemu organizacji pracy polega na tym, że załoga jest podzielona na jednakowe zespoły (brygady), z których kilka pracuje w ciągu doby na różnych zmianach roboczych (każda na innej), natomiast reszta załogi odpoczywa. Układy dni pracy i odpoczynku w systemie wielozmianowym i wielobrygadowym mogą być opracowane w wielowariantowy sposób, uwzględniający wzajemne kombinacje w zakresie częstotliwości łamania zmian, kumulowania lub rozdrabniania dni wolnych od pracy, długości powtarzalnego cyklu dni pracy i odpoczynku oraz rytmu występowania dni wolnych od pracy i wolnych niedziel [1].

Częstotliwość łamania zmian określa co jaki okres następuje przejście danej brygady z jednej zmiany na inną oraz jak długo (w sensie liczby roboczodniówek) trwa praca danej brygady na określonej zmianie (pierwszej, drugiej, trzeciej lub czwartej).

Zakładając, że każda z brygad pracuje kilka dni na określonej, tej samej zmianie, a następnie ma jeden, dwa lub kilka dni wolne od pracy można poprzez kombinację liczby zmian i liczby brygad wyodrębnić wiele wariantów układów dni pracy i odpoczynku, przy zachowaniu zasady, że liczba brygad jest co najmniej o jeden większa od liczby zmian.

Dla systemu trójzmianowego (czas trwania zmiany roboczej wynosi 8 godzin) można np. opracować następujące warianty układu dni pracy i odpoczynku (rys. 1):

- wariant 3z-4b-1 (trzy zmiany – cztery zespoły – odmiana 1) – trzy dni pracy na zmianie 1, jeden dzień odpoczynku, trzy dni pracy na zmianie 2, jeden dzień odpoczynku, trzy dni pracy na zmianie 3, jeden dzień odpoczynku, itd., w każdym dniu trzy zespoły pracują, jeden odpoczywa, długość cyklu wynosi 12 dni,
- wariant 3z-4b-2 (trzy zmiany – cztery zespoły – odmiana 2) – cztery dni pracy na zmianie 1, jeden dzień odpoczynku, cztery dni pracy na zmianie 2, jeden dzień odpoczynku, cztery dni pracy na zmianie 3, dwa dni odpoczynku itd., w każdym dniu trzy zespoły pracują, jeden odpoczywa, długość cyklu wynosi 16 dni,
- wariant 3z-4b-3 (trzy zmiany – cztery zespoły – odmiana 3) – pięć dni pracy na zmianie 1, jeden dzień odpoczynku, pięć dni pracy na zmianie 2, dwa dni odpoczynku, pięć dni pracy na zmianie 3, dwa dni odpoczynku, itd., w każdym dniu dwa zespoły pracują, jeden odpoczywa, długość cyklu wynosi 20 dni.

		dni cyklu:											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
wariant 3z-4b-1	zespół A	0	1	1	1	0	2	2	2	0	3	3	3
	zespół B	1	0	2	2	2	0	3	3	3	0	1	1
	zespół C	2	2	0	3	3	3	0	1	1	1	0	2
	zespół D	3	3	3	0	1	1	1	0	2	2	2	0

		dni cyklu:															
		1	2	3													
wariant 3z-4b-2	zespół A	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3
	zespół B	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1
	zespół C	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2
	zespół D	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0

		dni cyklu:																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
wariant 3z-4b-3	zespół A	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3
	zespół B	1	1	0	2	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	0	0	1	1	1
	zespół C	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2
	zespół D	3	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	0

		dni cyklu:		
		1	2	3
Objaśnienia:	1, 2, 3, ...	— kolejny numer dnia cyklu		
	1	— praca na zmianie 1		
	2	— praca na zmianie 2		
	3	— praca na zmianie 3		
	0	— dzień odpoczynku		

Rys. 1. Układ dni pracy i odpoczynku w systemie trójzmianowym z czterema zespołami roboczymi [1]

Dla systemu czterozmianowego (czas trwania zmiany roboczej wynosi 8 godzin, czas przebywania w przodku – 6 godzin) można opracować następujące warianty układu dni pracy i odpoczynku (rys. 2):

- wariant 4z-5b-1 (cztery zmiany – pięć brygad – odmiana 1) – cztery dni pracy na zmianie 1, jeden dzień odpoczynku, cztery dni pracy na zmianie 2, jeden dzień odpoczynku, cztery dni pracy na zmianie 3, jeden dzień odpoczynku, cztery dni pracy na zmianie 4, jeden dzień odpoczynku itd., w każdym dniu cztery zespoły pracują, jeden odpoczywa, długość cyklu wynosi 20 dni,
- wariant 4z-5b-2 (cztery zmiany – pięć brygad – odmiana 2) – pięć dni pracy na zmianie 1, jeden dzień odpoczynku, pięć dni pracy na zmianie 2, jeden dzień odpoczynku, pięć dni pracy na zmianie 3, jeden dzień odpoczynku, pięć dni pracy

- na zmianie 4, dwa dni odpoczynku, itd., w każdym dniu cztery zespoły pracują, jeden odpoczywa, długość cyklu wynosi 25 dni,
- wariant 4z-5b-3 (cztery zmiany – pięć brygad – odmiana 3) – sześć dni pracy na zmianie 1, jeden dzień odpoczynku, sześć dni pracy na zmianie 2, dwa dni odpoczynku, sześć dni pracy na zmianie 3, jeden dzień odpoczynku, sześć dni pracy na zmianie 4, dwa dni odpoczynku, itd., w każdym dniu cztery zespoły pracują, jeden odpoczywa, długość cyklu wynosi 30 dni.

		dni cyklu: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20																			
wariant 4z-5b-1	zespół A	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	4	4	4	4
	zespół B	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	4	4	4	4	0	1	1	1
	zespół C	2	2	0	3	3	3	3	0	4	4	4	4	0	1	1	1	1	0	2	2
	zespół D	3	3	3	0	4	4	4	4	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3
	zespół E	4	4	4	4	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0

		dni cyklu: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																								
wariant 4z-5b-2	zespół A	0	0	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4
	zespół B	1	1	0	2	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1
	zespół C	2	2	2	0	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	1	0	2
	zespół D	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	3
	zespół E	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	0

		dni cyklu: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30																														
wariant 4z-5b-3	zespół A	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	
	zespół B	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	
	zespół C	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	
	zespół D	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	3
	zespół E	4	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0

Objaśnienia:
 1, 2, 3... — kolejny numer dnia cyklu
 1 — praca na zmianie 1
 2 — praca na zmianie 2
 3 — praca na zmianie 3
 4 — praca na zmianie 4
 0 — dzień odpoczynku

Rys. 2. Układ dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z pięcioma zespołami roboczymi [1]

Analiza rocznego bilansu czasu pracy zespołów roboczych w trójzmianowym systemie pracy z czterema zespołami roboczymi [2] wykazała, że wynosi on 264 ÷ 265 zmian roboczych w ciągu roku, natomiast w czterozmianowym systemie pracy z pięcioma zespołami roboczymi: 281 ÷ 283. W tradycyjnym systemie trójzmianowym (przy pracy tylko w dni robocze) roczny bilans czasu pracy wynosi 252 zmiany robocze. Z porównania bilansu czasu pracy wynika, że w systemie wielozmianowym i wielobrygadowym roczny bilans czasu jest dłuższy. Za pracę w takim systemie pracownik powinien otrzymywać dodatkowy ekwiwalent uwzględniający zwiększoną liczbę zmian roboczych w roku oraz pracę w soboty i niedziele. Zastosowanie systemu wielozmianowego i czterobrygadowego skutkuje zatem wzrostem kosztów osobowych ponoszonych przez zakład górniczy.

3. Wpływ stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu górniczego na jednostkowy koszt własny

Jednostkowy koszt własny przyjmuje najmniejszą wartość gdy wydobyte jest równe zdolności produkcyjnej; zależność tę można opisać wzorem [5]:

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

gdzie: k_{min} – minimalny jednostkowy koszt własny, zł/Mg,

K_s – koszt stały, mln zł/rok,
 Z – zdolność wydobywcza zakładu górniczego, mln Mg/rok,
 k_z – koszt jednostkowy zmienny, zł/Mg.

Minimalna wielkość kosztu jednostkowego może stanowić poziom odniesienia dla badań nad wpływem stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej na jednostkowy koszt własny.

Przyjmując jako stopień wykorzystania zdolności wydobywczej zakładu górniczego stosunek wielkości wydobycia do zdolności wydobywczej możemy napisać formułę:

$$\alpha = \frac{W}{Z}$$

gdzie: α – stopień wykorzystania zdolności wydobywczej zakładu górniczego,
 W – wielkość produkcji zakładu górniczego, mln Mg/rok.

Bezwzględny przyrost kosztu jednostkowego Δk zależy od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej zakładu górniczego zgodnie ze wzorem [5]:

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

Względny przyrost kosztu jednostkowego można przyjąć jako stosunek bezwzględnego przyrostu kosztu jednostkowego do kosztu minimalnego i opisać formułą [5]:

$$\frac{\Delta k}{k_{min}} (\%) = \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) \cdot \frac{K_s}{K_s + k_z \cdot Z} \cdot 100\%$$

Przytoczone powyżej formuły mogą służyć badaniom analitycznym nad określaniem wpływu stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej zakładu górniczego na koszt jednostkowy.

4. Założenia podstawowe, dane wejściowe i wyniki przykładowych obliczeń

Do przykładowych obliczeń przyjęto następujące warianty funkcjonowania zakładu górniczego w aspekcie systemu organizacji produkcji:

- Wariant I: – zakład górniczy wydobywa węgiel przez 5 dni w tygodniu w czterozmianowym systemie organizacji pracy (trzy zmiany produkcyjne i jedna przeznaczona na konserwację i remonty) – czas trwania zmiany roboczej wynosi 8 godzin, czas przebywania w przodku – 6 godzin, czas efektywny przeznaczony na wydobycie – 18 godzin/dobę a przyjęta do obliczeń roczna liczba dni z wydobyciem wynosi 252.
- Wariant II – zakład górniczy wydobywa węgiel przez 7 dni w tygodniu (z wyłączeniem dni ustawowo wolnych od pracy i kilku dni przeznaczonych na przeglądy szybowe), w trójzmianowym systemie organizacji pracy (dwie zmiany produkcyjne i jedna przeznaczona na konserwację i remonty) – czas trwania zmiany roboczej wynosi 8 godzin, czas efektywny przeznaczony na wydobycie – 15 godzin/dobę a przyjęta do obliczeń roczna liczba dni z wydobyciem wynosi 350.
- Wariant III – zakład górniczy wydobywa węgiel przez 7 dni w tygodniu (z wyłączeniem dni ustawowo wolnych od pracy i kilku dni przeznaczonych na

przeeglądy szybowe), w czterozmianowym systemie organizacji pracy (trzy zmiany produkcyjne i jedna przeznaczona na konserwację i remonty) – czas trwania zmiany roboczej wynosi 8 godzin, czas przebywania w przodku – 6 godzin, czas efektywny przeznaczony na wydobywanie – 18 godzin/dobę a przyjęta do obliczeń roczna liczba dni z wydobywaniem wynosi 350.

Założono, że dobową zdolność wydobywczą wynosi:

- Wariant I: 22 000 Mg/dobę (w tym 20 000 Mg/dobę z robót eksploatacyjnych i 2 Mg/dobę z robót przygotowawczych).
- Wariant II: 18 500 Mg/dobę (16 650 Mg/dobę z robót eksploatacyjnych i 1 850 Mg/dobę z robót przygotowawczych).
- Wariant III: 22 000 Mg/dobę (w tym 20 000 Mg/dobę z robót eksploatacyjnych i 2 Mg/dobę z robót przygotowawczych).

Uwzględniając roczną liczbę dni z produkcją można określić roczną zdolność wydobywczą, która wynosi odpowiednio:

- Wariant I: 5,5 mln Mg/rok.
- Wariant II: 6,5 mln Mg/rok.
- Wariant III: 7,7 mln Mg/rok.

Liczba zatrudnionej załogi wynosi:

- Wariant I: 5 500 osób (przy założeniu rocznej wydajności na poziomie 1 000 Mg/os/rok).
- Wariant II: 5 500 osób (w tym: 4125 osób zatrudnionych w systemie pracy ciągłej i 1 375 osób nie wymagających zatrudnienia w systemie pracy ciągłej); roczna wydajność wynosi wówczas 1 182 Mg/os/rok.
- Wariant III: 6 670 osób (w tym: 5 000 osób zatrudnionych w systemie pracy ciągłej i 1 670 osób nie wymagających zatrudnienia w systemie pracy ciągłej); roczna wydajność wynosi wówczas 1 154 Mg/os/rok.

Zmiana systemu organizacji pracy w zakładzie górniczym związana z przejściem na ciągły system pracy w ciągu 350 dni w roku zamiast tradycyjnego systemu pracy w ciągu 252 dni roboczych w roku wiąże się ze skutkami finansowymi wynikającymi ze wzrostu kosztów osobowych.

W przeprowadzonych obliczeniach przyjęto, że za ponadwymiarowy czas pracy uważa się czas przekraczający 252 zmiany robocze w ciągu roku. Za pracę w ponadwymiarowym czasie pracownik otrzymuje podwójną stawkę. Dodatkowo za przepracowany czas w soboty i niedziele przeciętną stawkę powiększa się mnożąc przez współczynnik 1,452.

Bilans czasu pracy załogi wynosi:

- Wariant I: 252 zmiany/rok.
- Wariant II: 265 zmian/rok – dla załogi zatrudnionej w pracy ciągłej i 252 zmiany/rok – dla załogi nie wymagającej zatrudnienia w pracy ciągłej.
- Wariant III: 282 zmiany/rok – dla załogi zatrudnionej w pracy ciągłej i 252 zmiany/rok – dla załogi nie wymagającej zatrudnienia w pracy ciągłej.

Oszacowane przy powyższych założeniach roczne koszty osobowe ponoszone przez zakład górniczy, obejmujące koszty wynagrodzenia podstawowego, dodatki za ponadwymiarowy czas pracy, dodatki za pracę w soboty i niedziele oraz pochodne od wynagrodzeń, w przeliczeniu na pracownika wynoszą:

- Wariant I: 80 000 zł/rok.

- Wariant II: 108 800 zł/rok – dla pracownika zatrudnionego w systemie pracy ciągłej i 80 000 zł/rok – dla pracownika nie wymagającego zatrudnienia w systemie pracy ciągłej.
- Wariant III: 136 960 zł/rok – dla pracownika zatrudnionego w systemie pracy ciągłej i 80 000 zł/rok – dla pracownika nie wymagającego zatrudnienia w systemie pracy ciągłej.

Do dalszych obliczeń przyjęto względną relację kosztów osobowych ponoszonych przez zakład górniczy pomiędzy poszczególnymi wariantami w oparciu o opracowanie [3], tj. wariant I jako 100%, wariant II – 127%, wariant III – 186%. Roczne koszty osobowe ponoszone przez zakład górniczy wynoszą zatem:

- Wariant I: 440 mln zł/rok.
- Wariant II: 558,8 mln zł/rok.
- Wariant III: 818,4 mln zł/rok.

Tab. 1. Struktura rodzajowa kosztów z podziałem na stałe i zmienne

Poz.	Wyszczególnienie	Wariant I			Wariant II			Wariant III		
		Koszty [mln zł/rok]			Koszty [mln zł/rok]			Koszty [mln zł/rok]		
		stałe	zmienne	ogółem	stałe	zmienne	ogółem	stałe	zmienne	ogółem
1	Koszty osobowe	440,0	0,0	440	558,8	0,0	558,8	818,8	0,0	818,8
2	Koszty materiałowe	12,0	108,0	120	12,0	127,6	139,6	12,0	151,2	163,2
3	Koszty związane z majątkiem trwałym	197,0	60,0	257	197,0	70,9	267,9	197,0	84,0	281,0
3.1	– amortyzacja	137,0	0,0	137	137,0	0,0	137,0	137,0	0,0	137,0
3.2	– remonty, naprawy, konserwacje	40,0	60,0	100	40,0	70,9	110,9	40,0	84,0	124,0
3.3	– ubezpieczenia majątkowe	8,0	0,0	8	8,0	0,0	8,0	8,0	0,0	8,0
3.4	– pozostałe koszty	12,0	0,0	12	12,0	0,0	12,0	12,0	0,0	12,0
4	Energia	57,2	30,8	88	57,2	36,4	93,6	57,2	43,1	100,3
5	Usługi produkcyjne	12,8	48,2	61	12,8	57,0	69,8	12,8	67,5	80,3
5.1	– usługi wiertnicze	8,4	33,6	42	8,4	39,7	48,1	8,4	47,0	55,4
5.2	– usługi transportowe	3,4	13,6	17	3,4	16,1	19,5	3,4	19,0	22,4
5.3	– inne usługi produkcyjne	1,0	1,0	2	1,0	1,2	2,2	1,0	1,4	2,4
6	Podatki i usługi administracyjne	2,1	18,9	21	2,1	22,3	24,4	2,1	26,5	28,6
7	Pozostałe koszty wytwarzania	5,0	5,0	10	5,0	5,9	10,9	5,0	7,0	12,0
8	Koszty wytworzenia węgla	726,1	270,9	997	844,9	320,2	1165,1	1104,9	379,3	1484,2
9	Koszty ogólnozakładowe	65,0	0,0	65	65,0	0,0	65,0	65,0	0,0	65,0
10	Koszty sprzedaży	19,8	13,2	33	19,8	15,6	35,4	19,8	18,5	38,3
11	Sumaryczny koszt własny	810,9	284,1	1095	929,7	335,8	1265,5	1189,7	397,7	1587,4

Roczne koszty osobowe stanowią jeden ze składników układu rodzajowego kosztów ponoszonych rocznie przez zakład górniczy. Koszty te dzielą się na koszty stałe i zmienne względem wielkości produkcji. Do przykładowych obliczeń przyjęto dla wariantu I strukturę kosztów rodzajowych jak w opracowaniach [5,6]. Pozostałe koszty rodzajowe dla wariantów II i III (poza osobowymi) oszacowano przyjmując identyczne dla wszystkich wariantów roczne koszty stałe i proporcjonalne do wielkości rocznej zdolności

wydobywczej koszty zmienne. W tabeli 1 zamieszczono zestawienie kosztów w układzie rodzajowym dla wyodrębnionych wariantów.

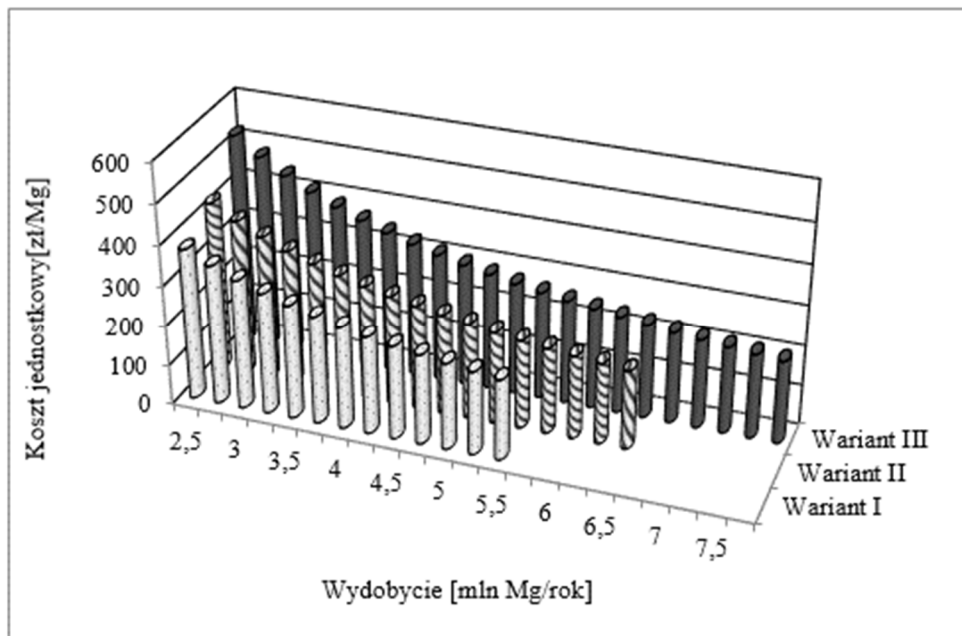
Wyniki obliczeń jednostkowego kosztu własnego w zależności od wielkości wydobycia zakładu górniczego dla poszczególnych wariantów, z podziałem na koszt stały i zmienny, zestawiono w tabeli 2 i zilustrowano graficznie na rysunku 3.

Tab. 2. Jednostkowy koszt własny w zależności od wielkości wydobycia kopalni

Wydobycie [mln Mg/rok]	Wariant I			Wariant II			Wariant III		
	Koszt jednostkowy [zł/Mg]								
	stały	zmienny	razem	stały	zmienny	razem	stały	zmienny	razem
2,5	324,36	51,65	376,01	371,88	51,65	423,53	475,88	51,65	527,53
2,75	294,87	51,65	346,53	338,07	51,65	389,73	432,62	51,65	484,27
3	270,30	51,65	321,95	309,90	51,65	361,55	396,57	51,65	448,22
3,25	249,51	51,65	301,16	286,06	51,65	337,72	366,06	51,65	417,72
3,5	231,69	51,65	283,34	265,63	51,65	317,28	339,91	51,65	391,57
3,75	216,24	51,65	267,89	247,92	51,65	299,57	317,25	51,65	368,91
4	202,73	51,65	254,38	232,43	51,65	284,08	297,43	51,65	349,08
4,25	190,80	51,65	242,45	218,75	51,65	270,41	279,93	51,65	331,58
4,5	180,20	51,65	231,85	206,60	51,65	258,25	264,38	51,65	316,03
4,75	170,72	51,65	222,37	195,73	51,65	247,38	250,46	51,65	302,12
5	162,18	51,65	213,83	185,94	51,65	237,59	237,94	51,65	289,59
5,25	154,46	51,65	206,11	177,09	51,65	228,74	226,61	51,65	278,26
5,5	147,44	51,65	199,09	169,04	51,65	220,69	216,31	51,65	267,96
5,75				161,69	51,65	213,34	206,90	51,65	258,56
6				154,95	51,65	206,60	198,28	51,65	249,94
6,25				148,75	51,65	200,41	190,35	51,65	242,01
6,5				143,03	51,65	194,69	183,03	51,65	234,69
6,75							176,25	51,65	227,91
7							169,96	51,65	221,61
7,25							164,10	51,65	215,75
7,5							158,63	51,65	210,28
7,75							153,51	51,65	205,16

Z porównania uzyskanych w obliczeniach wartości jednostkowego kosztu własnego, zestawionych w tabeli 2, można zauważyć, że najniższy jednostkowy koszt własny wynosi:

- Wariant I: 199,09 zł/Mg w przypadku pełnego wykorzystania rocznej zdolności produkcyjnej na poziomie 5,5 mln Mg/rok.
- Wariant II: 194,69 zł/Mg w przypadku pełnego wykorzystania rocznej zdolności produkcyjnej na poziomie 6,5 mln Mg/rok.
- Wariant III: 205,16 zł/ w przypadku pełnego wykorzystania rocznej zdolności produkcyjnej na poziomie 7,7 mln Mg/rok.



Rys. 3. Charakterystyka kosztu jednostkowego jako funkcji wielkości wydobycia

Porównując poszczególne warianty ze względu na minimalne wartości jednostkowego kosztu własnego można zauważyć, że dla wariantu II jest on najniższy. W stosunku do wariantu I (tradycyjny system organizacji pracy) jednostkowy koszt dla wariantu II jest jednak zaledwie o 4,40 zł/Mg niższy, chociaż roczna zdolność wydobywcza jest o 1 mln Mg/rok wyższa. Możliwość pełnego wykorzystania rocznej zdolności produkcyjnej w przypadku zmiany systemu organizacji pracy z tradycyjnej na określoną dla wariantu II przyniosłaby oszczędności rzędu 4 400 000 zł rocznie.

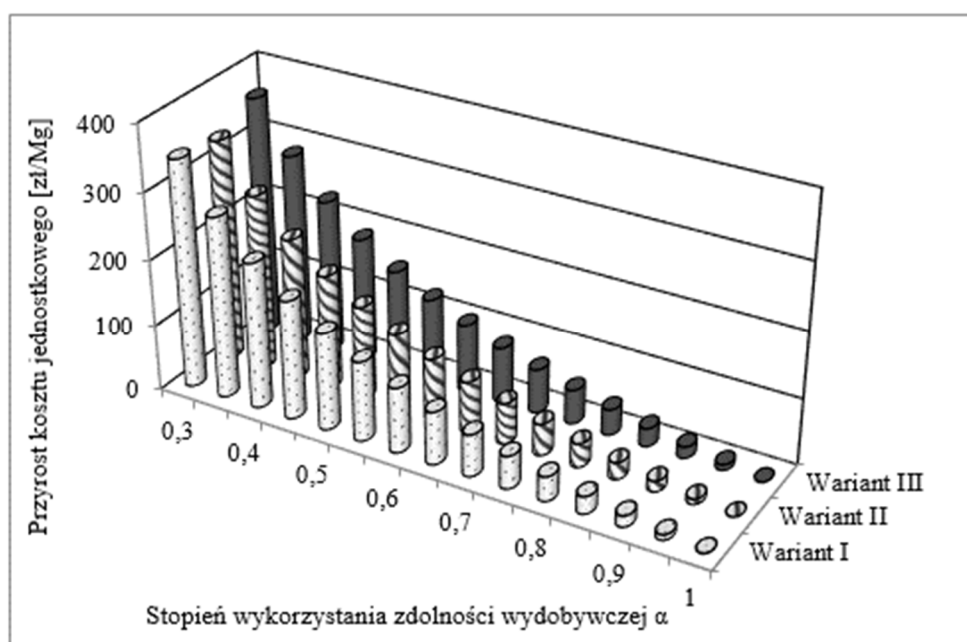
W świetle uzyskanych wyników obliczeń wariant III pojawia się jako rozwiązanie nieefektywne, bowiem charakteryzuje go największa wartość minimalnego jednostkowego kosztu własnego, wyższa w porównaniu z wariantem I o 6,07 zł/Mg i wyższa w porównaniu z wariantem II o 10,47 zł/Mg, mimo iż zdolność wydobywcza jest większa o 2,2 mln Mg/rok niż w wariacie I oraz o 1,2 mln Mg/rok większa niż w wariacie II.

Wykorzystanie pełnej zdolności produkcyjnej zakładu górniczego byłoby rozwiązaniem idealnym, jednak trudnym do uzyskania w praktycznych warunkach. Otrzymane wartości minimalnego kosztu jednostkowego własnego dla bardziej realnych w rzeczywistości przypadków, kiedy występują określone zakłócenia rytmicznej realizacji procesu produkcyjnego, które w warunkach podziemnej eksploatacji złoża są w zasadzie nieuniknione.

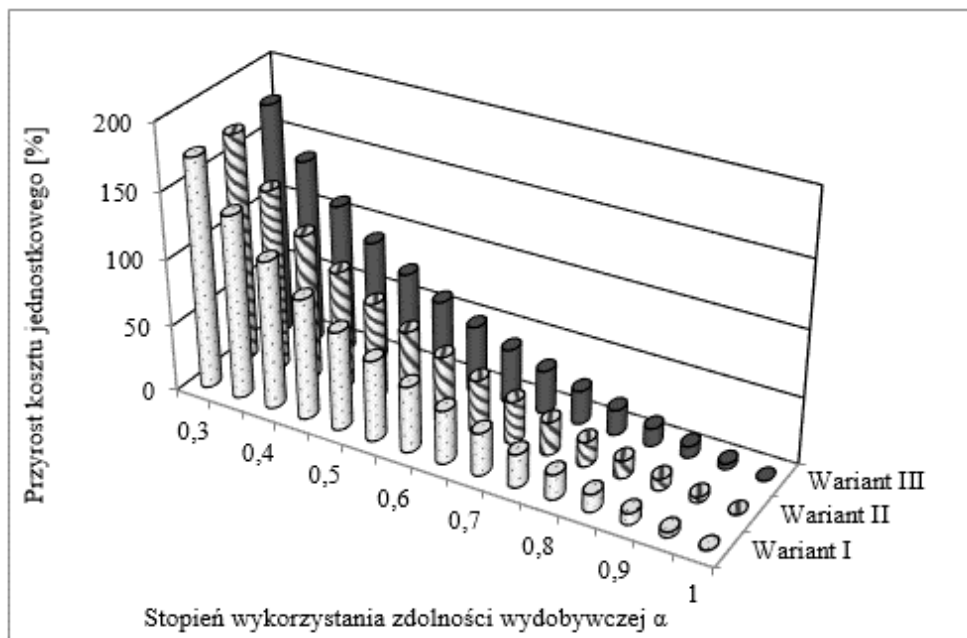
Dalsze obliczenia jednostkowego kosztu własnego uwzględniają więc stopień wykorzystania rocznej zdolności produkcyjnej zakładu górniczego. Wyniki obliczeń przyrostów kosztu jednostkowego w stosunku do kosztu minimalnego dla poszczególnych wariantów w zależności od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej, zestawiono w tabeli 3 i zilustrowano graficznie na rysunku 4 – dla przyrostu kosztu jednostkowego wyrażonego w zł/Mg i rysunku 5 – dla przyrostu kosztu jednostkowego wyrażonego w %.

Tab. 3. Wyniki obliczeń przyrostów kosztu jednostkowego w zależności od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej

Stopień wykorzystania zdolności wydobywczej α	Wariant I		Wariant II		Wariant III	
	Przyrost kosztu jednostkowego					
	Bezwzględny	Względny	Bezwzględny	Względny	Bezwzględny	Względny
	Δk [zł/Mg]	$\Delta k/k_{\min}$ [%]	Δk [zł/Mg]	$\Delta k/k_{\min}$ [%]	Δk [zł/Mg]	$\Delta k/k_{\min}$ [%]
0,3	344,02	172,79	333,74	171,42	360,52	175,72
0,35	273,81	137,53	265,63	136,44	286,94	139,86
0,4	221,15	111,08	214,55	110,20	231,76	112,96
0,45	180,20	90,51	174,82	89,79	188,84	92,04
0,5	147,44	74,05	143,03	73,47	154,51	75,31
0,55	120,63	60,59	117,03	60,11	126,41	61,62
0,6	98,29	49,37	95,35	48,98	103,00	50,21
0,65	79,39	39,88	77,02	39,56	83,20	40,55
0,7	63,19	31,74	61,30	31,49	66,22	32,28
0,75	49,15	24,68	47,68	24,49	51,50	25,10
0,8	36,86	18,51	35,76	18,37	38,63	18,83
0,85	26,02	13,07	25,24	12,96	27,27	13,29
0,9	16,38	8,23	15,89	8,16	17,17	8,37
0,95	7,76	3,90	7,53	3,87	8,13	3,96
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Rys. 4. Przyrost kosztu jednostkowego w zależności od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej



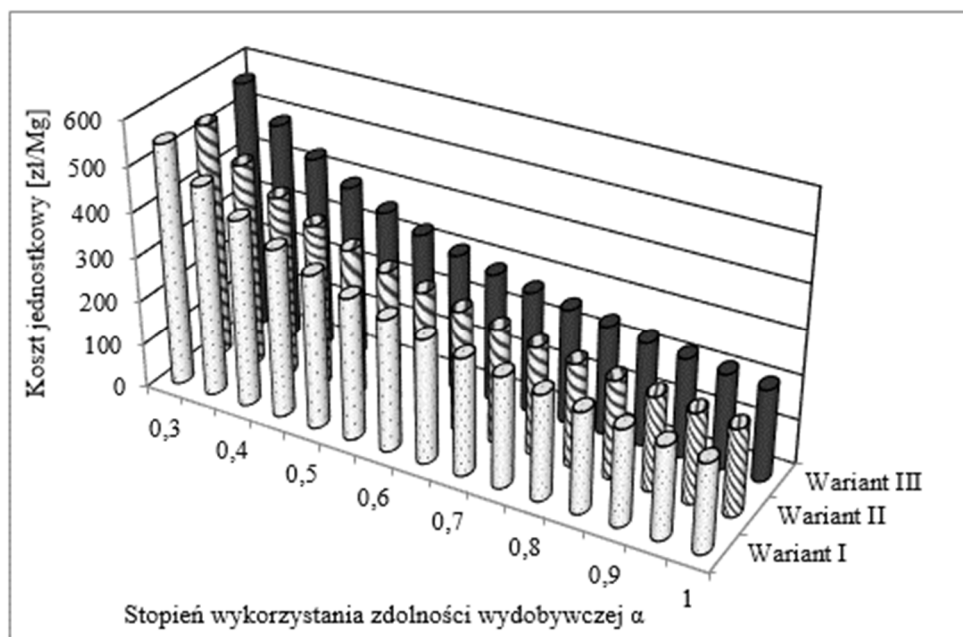
Rys. 5. Względny przyrost kosztu jednostkowego w zależności od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej

Tab. 4. Jednostkowy koszt własny w zależności od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej

Stopień wykorzystania zdolności wydobywczej	Wariant I	Wariant II	Wariant III
	Koszt jednostkowy		
α	k [zł/Mg]	k [zł/Mg]	k [zł/Mg]
0,3	543,11	528,42	565,68
0,35	472,90	460,31	492,10
0,4	420,25	409,23	436,92
0,45	379,29	369,50	394,01
0,5	346,53	337,72	359,67
0,55	319,72	311,71	331,58
0,6	297,38	290,04	308,17
0,65	278,48	271,70	288,36
0,7	262,28	255,98	271,38
0,75	248,24	242,36	256,67
0,8	235,95	230,44	243,79
0,85	225,11	219,93	232,43
0,9	215,47	210,58	222,33
0,95	206,85	202,21	213,30
1	199,09	194,69	205,16

Wyniki obliczeń jednostkowego kosztu własnego w zależności od stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej zakładu górniczego zestawiono w tabeli 4 i zilustrowano graficznie na rysunku 6.

Otrzymany w wyniku tych obliczeń materiał badawczy może stanowić podstawę do wielu analiz, które ze względu na ograniczenia objętościowe nie są zamieszczone w niniejszej pracy.



Rys. 6. Charakterystyka kosztu jednostkowego jako funkcji stopnia wykorzystania zdolności wydobywczej

5. Podsumowanie

Impuls do rozważań przeprowadzonych powyżej wyniknął z potrzeby poszukiwania możliwości obniżenia jednostkowego kosztu własnego jako jednego z kierunków działań zmierzających do odzyskania i utrzymania rentowności zakładów górniczych wchodzących w skład wielozakładowych spółek węgla kamiennego, w sytuacji utrzymywania się w dłuższej perspektywie niskich cen węgla i braku możliwości wzrostu przychodów ze sprzedaży. W takim przypadku pozostają działania po stronie kosztów produkcji górniczej, zmierzające do ich zmniejszenia. Poddano analizie jeden z możliwych kierunków działań, który dotyczy zastosowania systemu organizacji pracy ciągłej w zakładzie górniczym, który może mieć szansę na uzyskanie i utrzymanie rentowności. Ten system organizacji produkcji polega na kontynuacji wydobycia we wszystkie dni, z wyłączeniem dni świątecznych ustawowo wolnych od pracy oraz dni niezbędnych ze względu na konieczne przerwy technologiczne w procesie produkcyjnym. Przeprowadzone powyżej rozważania teoretyczne oraz badania przeprowadzone na modelach obliczeniowych dotyczyły przede wszystkim ujęcia metodycznego zagadnienia, bardziej niż określenia konkretnych wielkości do praktycznego zastosowania. Badania te należy uznać za uproszczone,

pokazane na zasadzie porównawczej pomiędzy wariantami przyjętymi do badań. Wnioskowanie z wyników obliczeń należy traktować jako przybliżone. Uzyskanie dokładnych wyników badań wiąże się z dostępem do rzeczywistych danych źródłowych będących w dyspozycji przedsiębiorstw sektora górnictwa węgla kamiennego.

Praca dofinansowana przez MNiSzW – umowa statutowa Nr 11.11.100.693

Literatura

1. Magda R., Franik T., Woźny T. – Opracowanie harmonogramów systemu pracy ciągłej zakładu wydobywczego w aspekcie wzrostu wykorzystania jego zdolności produkcyjnej. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, tom 21, zeszyt 1/2005, s. 43–55.
2. Magda R., Franik T., Woźny T. – Bilans czasu pracy załogi w systemie organizacyjnym uwzględniającym ciągłą pracę zakładu wydobywczego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, tom 21, zeszyt 2/2005, s. 17–33.
3. Magda R., Franik T., Woźny T. – Analiza wielkości wydobycia, zatrudnienia oraz kosztów wynagrodzeń w systemie organizacyjnym uwzględniającym ciągłą pracę zakładu wydobywczego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, tom 21, zeszyt 3/2005, s. 63–74.
4. Franik T., Woźny T. 2013 – Ekonomiczne skutki zastosowania systemów organizacyjnych uwzględniających pracę ciągłą zakładu górniczego. *Przegląd Górniczy*, tom 69, nr 9/2013, s. 51–55.
5. Magda R.: 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 2014, s. 290–300.
6. Magda R., Woźny T. 2014 – Zależność jednostkowego kosztu własnego od stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu wydobywczego. *Przegląd Górniczy*, tom 70, nr 9/2014, s. 66–71.

Prof. dr hab. inż. Roman MAGDA

Dr inż. Tadeusz WOŹNY

Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30

tel./fax: (0-12) 617 21 81

e-mail: magda@agh.edu.pl

wozny@agh.edu.pl