

# Oszacowanie kosztu jednostkowego wydobycia węgla w przypadku wprowadzenia systemu pracy ciągłej zakładu górniczego

Estimation of a unit cost of coal mining in the case of continuous duty worktime of a mining company



*Prof. dr hab. inż. Roman Magda\**



*Dr inż. Tadeusz Franik\**



*Dr inż. Tadeusz Woźny\**



*Inż. Marcin Tinc\*\*)*

**Treść:** W pracy podjęto próbę oszacowania kosztu jednostkowego wydobycia węgla poprzez wydłużenie czasu pracy zakładu górniczego przy zastosowaniu systemu organizacyjnego polegającego na pracy ciągłej. Opracowano przykładowy harmonogram dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z pięcioma zespołami roboczymi dla roku 2016, który stanowił podstawę do oszacowania kosztów osobowych. Zmiana systemu organizacji pracy wpłynęła na niektóre pozycje rodzajowego układu kosztów, co umożliwiło oszacowanie zmiany jednostkowego kosztu wydobycia węgla w stosunku do kosztu notowanego dla pięciodniowego tygodnia pracy.

**Abstract:** This paper attempts to show how to estimate a unit cost of coal mining through the extension of worktime in a mining company, by implementation of continuous duty worktime. An exemplary schedule of working and non-working days in a four-shift system with five working teams was developed for 2016, as the base to estimate personal costs. The change of the work-flow system influenced a few items in the breakdown of costs by type which allowed to estimate the changes in the unit cost of coal mining in relation to the cost for five-days working week.

**Słowa kluczowe:**

*przemysł wydobywczy, praca ciągła, koszty wydobycia, wykorzystanie środków technicznych*

**Key words:**

*mining industry, continuous work, mining costs, use of technical means*

\*) AGH w Krakowie \*\*) AGH w Krakowie, studia II stopnia

## 1. Wprowadzenie

Badania nad jednostkowym kosztem własnym produkcji górniczej nabierają szczególnego znaczenia w aktualnej sytuacji kryzysowej sektora górnictwa węgla kamiennego. Należy intensywnie poszukiwać sposobów jego obniżenia, usilnie zmierzając do sytuacji, w której jego poziom nie przekracza średniej ceny gotowego produktu. Jednostkowy koszt własny produkcji górniczej będzie tym mniejszy im większa będzie wielkość produkcji zakładu górniczego.

Należy zatem poszukiwać sposobów obniżenia jednostkowego kosztu własnego produkcji górniczej, 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 górniczej.

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.

Niniejsza praca przedstawia wybrane wyniki badań zmierzających do oszacowania kosztu jednostkowego wydobycia węgla w wyniku wprowadzenia systemu organizacyjnego uwzględniającego pracę ciągłą zakładu górniczego.

## 2. Bilans czasu pracy załogi górniczej 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 częstości 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].

Na podstawie dotychczasowych opracowań [1÷5] wybrano układ dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z pięcioma zespołami roboczymi, zilustrowany na rysunku 1.

W wyniku połączenia zaprezentowanego na rysunku 1 układu dni pracy i odpoczynku w systemie wielobrygadowym z kalendarzem na 2016 rok, można utworzyć harmonogram pracy uwzględniający pracę ciągłą poprzez wszystkie dni w roku wraz z sobotami i niedzielami za wyjątkiem świąt ustawowo wolnych od pracy w ogólnej liczbie 13 dni świątecznych, zilustrowany na rysunku 2a i 2b.

Na rysunku 2b przedstawiono również zbiorcze zestawienie liczby dni pracy, odpoczynku i dni świątecznych dla każdego zespołu roboczego. Roczny bilans czasu pracy zespołów roboczych w czterozmianowym systemie pracy z pięcioma zespołami roboczymi wynosi 282 dla 4 zespołów roboczych i 283 dla jednego zespołu. Dla dotychczasowego systemu (przy pracy tylko w dni robocze) przyjęto roczny bilans czasu pracy wynoszący 250 zmian roboczych. Z porównania bilansu czasu pracy wynika, że w systemie wielozmianowym i wielobrygadowym w przypadku przyjętego układu dni pracy i odpoczynku roczny bilans czasu jest dłuższy. Za pracę w takim systemie pracownik powinien otrzymywać dodatkowy ekwiwalent uwzględniający zwiększoną liczbę zmian roboczych w roku. Wzrasta również liczba zatrudnionych pracowników. Zastosowanie systemu wielozmianowego i czterobrygadowego skutkuje zatem wzrostem kosztów osobowych ponoszonych przez zakład górniczy.

## 3. Założenia podstawowe oraz wyniki przykładowych obliczeń

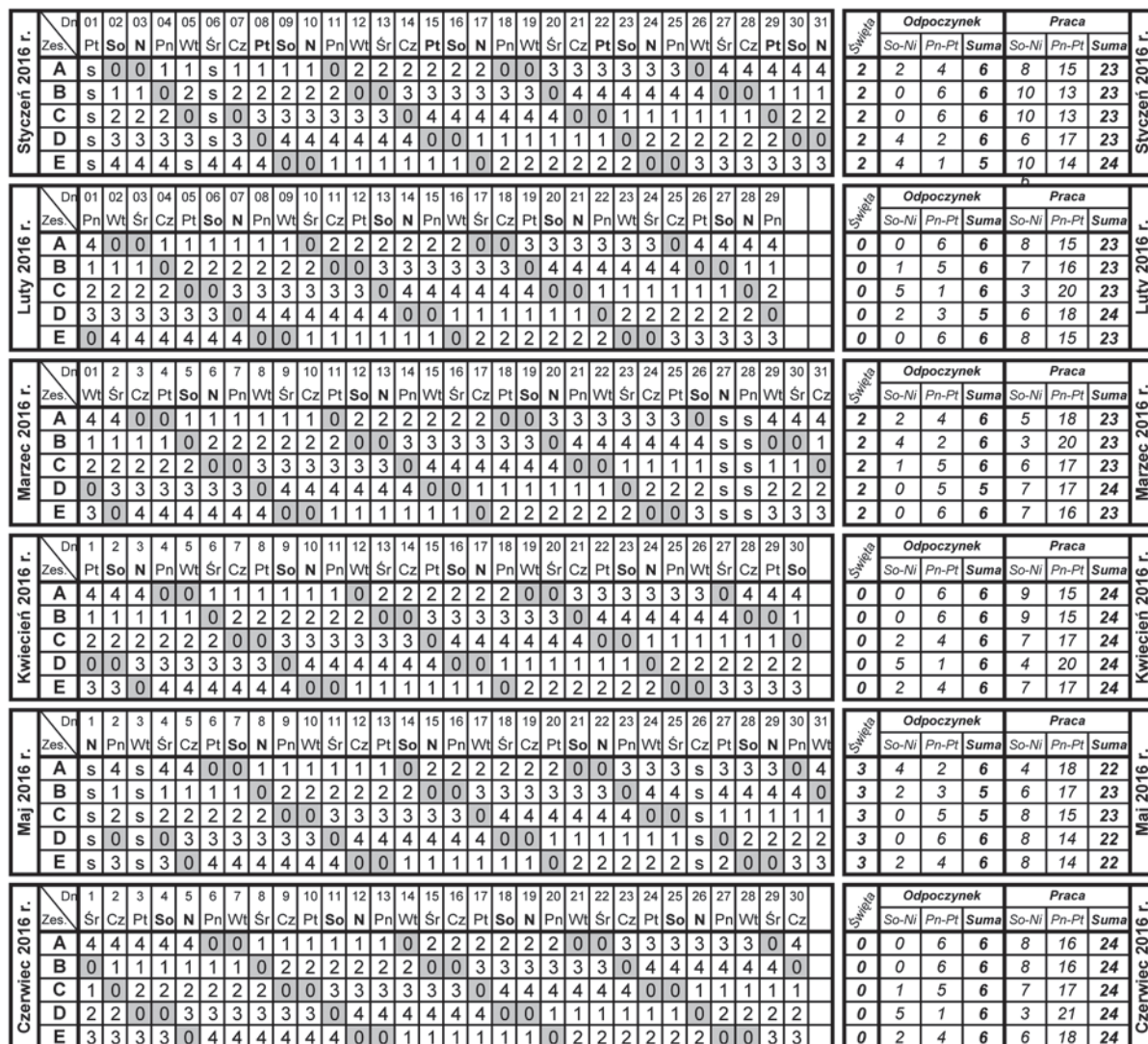
W celu oszacowania wpływu wydłużenia czasu pracy zakładu górniczego w wyniku wprowadzenia organizacji pracy polegającej na pracy ciągłej zakładu przez wszystkie dni

wariant	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																														
	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	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	
zespół C	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2		
zespół D	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	0	3		
zespół E	4	4	4	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0		

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. 1. Rozważany wariant układu dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z pięcioma zespołami roboczymi [1]

Fig. 1. Considered option of working and non-working days system in the four-shift system with five working teams [1]



Objaśnienia:  
 1 — praca na zmianie 1  
 2 — praca na zmianie 2  
 3 — praca na zmianie 3  
 4 — praca na zmianie 4  
 0 — dzień odpoczynku  
 s — święto

Rys. 2a. Harmonogram dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z 5 zespołami roboczymi (wariant 4z-5b-3) w I półroczu 2016 r.

Fig. 2a. Schedule of working and non-working days in the four-shift system with five working teams (option 4z-5b-3) in the first half of 2016

w roku z wyjątkiem dni ustawowo wolnych od pracy przyjęto dwa warianty:

1. Wariant I (bazowy), który dotyczy czterozmianowego systemu organizacji pracy w dni robocze od poniedziałku do piątku w zakładzie górniczym zatrudniającym 4025 pracowników dołowych.
2. Wariant II, w którym założono ciągłą pracę zakładu górniczego przez wszystkie dni w roku z wyjątkiem dni ustawowo wolnych od pracy, zgodnie z przytoczonym powyżej harmonogramem dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z pięcioma zespołami roboczymi dla 2016 roku.

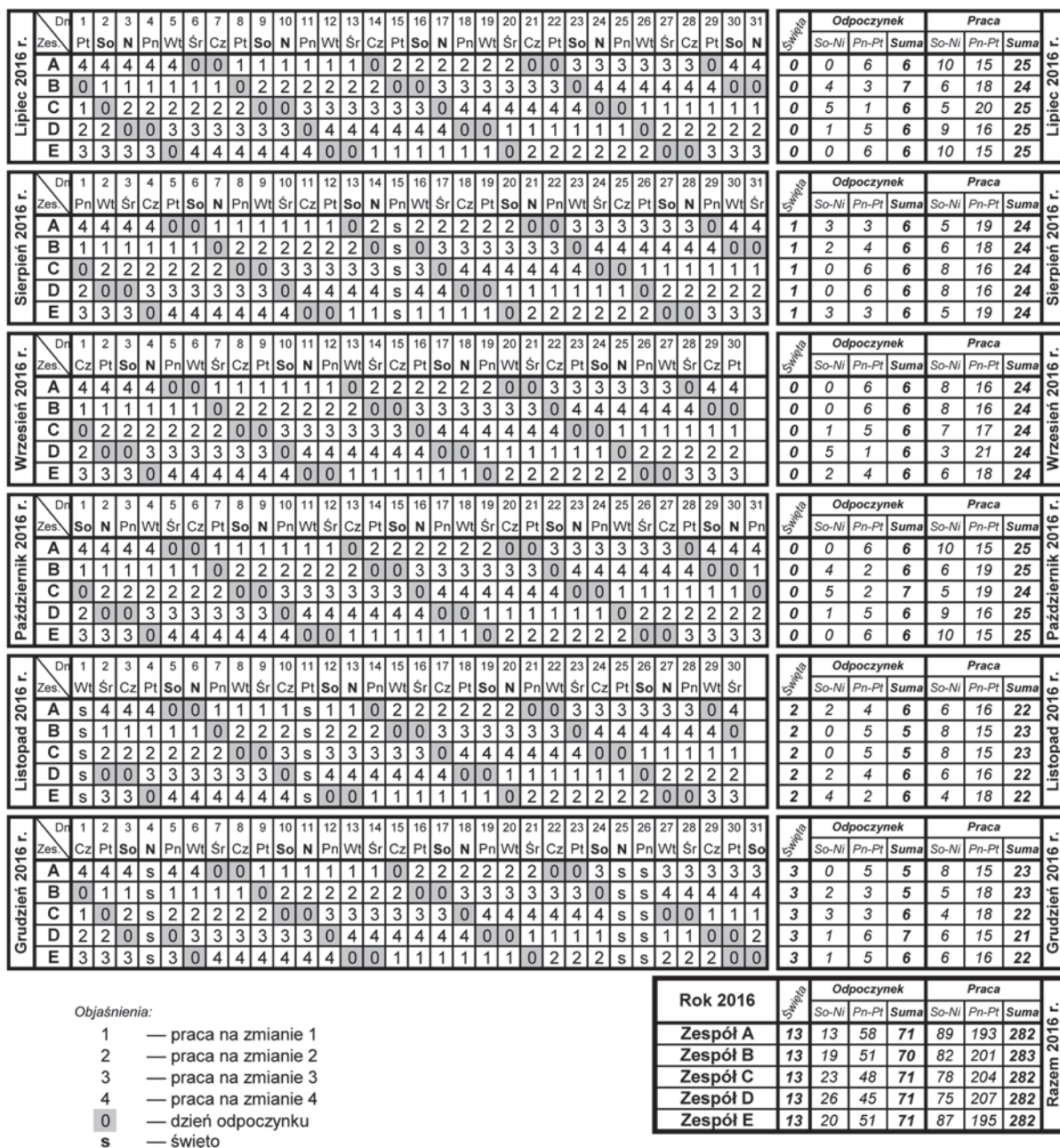
Założenia podstawowe:

- Dla wariantu II przyjęto identyczny jak w wariantcie I poziom wydajności dołowej (8,8 Mg/prdn).

- Za ponadnormatywny czas pracy w roku (ponad 250 dniówek), pracownik otrzymuje podwójne wynagrodzenie.
- Koszty związane z amortyzacją wznoszą proporcjonalnie do wzrostu liczby dni z produkcją.
- Zmianie nie ulegają koszty związane z wynajmem maszyn; przyjęto, że są ponoszone niezależnie od wielkości rocznego wydobycia.

Koszty osobowe skalkulowano uwzględniając wzrost zatrudnienia pracowników dołowych z 4025 do 5700 osób, z których 78 %, tj. 4470 osób jest zatrudnionych w ruchu ciągłym, w tym 633 pracowników dozoru oraz 3837 pracowników fizycznych.

Zestawienie kosztów rodzajowych produkcji węgla dla obydwu wariantów zawiera tablica 1.



Rys. 2b. Harmonogram dni pracy i odpoczynku w systemie czterozmianowym z 5 zespołami roboczymi (wariant 4z-5b-3) w II półroczu 2016 r.

Fig. 2b. Schedule of working and non-working days in the four-shift system with five working teams (option 4z-5b-3) in the second half of 2016

Porównując oszacowane wartości jednostkowego kosztu produkcji węgla dla rozważanych wariantów można stwierdzić, że wprowadzenie systemu pracy ciągłej zakładu górniczego powoduje:

1. Wzrost wielkości rocznego wydobycia z 2800000 do 3950000 Mg/rok, tj. o 41 %.
2. Spadek jednostkowego kosztu produkcji węgla z 473,13 do 470,43 zł/Mg, tj. o 0,6 %.
3. Wzrost rocznych kosztów osobowych (wynagrodzenia brutto, narzut ZUS, świadczenia na rzecz pracowników) z ok. 704 do około 1070 mln zł, tj. o 52 %.
4. Wzrost wielkości zatrudnienia pracowników dołowych z 4025 do 5700 osób, tj. o 1675 dodatkowych miejsc pracy (wzrost o 42 %).

#### 4. Podsumowanie

Zastosowanie czterozmianowego systemu organizacji pracy ciągłej zakładu górniczego daje duże możliwości wzrostu wydobycia rocznego – o około 41 % w stosunku do wydobycia uzyskiwanego w systemie czterozmianowym z pięciodniowym tygodniem pracy, ale wymaga to zwiększenia liczby zespołów roboczych do pięciu. Zatrudnienie pięciu zespołów roboczych wymaga zwiększenia liczebności załogi pracującej w tym systemie o około 42 %, a przeciętny czas pracy pracownika wzrasta w ciągu roku z 250 do 282 dni, czyli o 12,8 %. Ze wzrostem liczebności załogi dołowej zakładu górniczego i przy założeniu podwójnej stawki za dniówki ponadnormatywne wzrastają koszty osobowe o około 52 %.

**Tablica 1. Zestawienie kosztów produkcji węgla w układzie rodzajowym dla obydwu wariantów**  
**Table 1. Summary of costs of coal production in the breakdown of costs by type for the two options**

Lp.	Rodzaj kosztu	Wariant I			Wariant II		
		Koszty produkcji			Koszty produkcji		
		Stały tys. zł	Zmienny tys. zł	Ogółem tys. zł	Stały tys. zł	Zmienny tys. zł	Ogółem tys. zł
1	2	5	6	7	8	9	10
1	Amortyzacja	115 050,0	79 950,0	195 000,0	161 070,0	111 930,0	273 000,0
2	Zużycie materiałów	42 900,0	100 100,0	143 000,0	42 900,0	141 212,5	184 112,5
3	Energia	62 400,0	33 600,0	96 000,0	62 400,0	47 400,0	109 800,0
4.1	Usługi wynajmu maszyn górniczych	18 000,0	0,0	18 000,0	18 000,0	0,0	18 000,0
4.2	Usługi wiertniczo-górnice	11 925,0	67 575,0	79 500,0	11 925,0	95 329,0	107 254,0
4.3	Usługi odmetanowania	5 025,0	28 475,0	33 500,0	5 025,0	40 170,1	45 195,1
4.4	Usługi związane z likwidacją szkód górniczych	20 700,0	0,0	20 700,0	20 700,0	0,0	20 700,0
4.5	Pozostałe usługi związane z produkcją węgla	8 316,0	12 474,0	20 790,0	8 316,0	17 597,3	25 913,3
5	Usługi remontowe	42 700,0	18 300,0	61 000,0	42 700,0	25 816,1	68 516,1
6	Usługi transportowe	6 384,0	16 416,0	22 800,0	6 384,0	23 158,3	29 542,3
7	Pozostałe usługi	16 800,0	4 200,0	21 000,0	16 800,0	5 925,0	22 725,0
8	Wynagrodzenia brutto	533 791,0	16 509,0	550 300,0	811 144,1	25 086,9	836 231,0
9	Narzut ZUS	108 737,0	3 363,0	112 100,0	165 235,8	5 110,4	170 346,2
10	Świadczenia na rzecz pracowników	41 800,0	0,0	41 800,0	63 518,9	0,0	63 518,9
11.1	Podatek od nieruchomości	12 750,0	0,0	12 750,0	12 750,0	0,0	12 750,0
11.2	Oплата za eksploatację złoża	0,0	6 000,0	6 000,0	0,0	8 464,3	8 464,3
11.3	Oплата na ochronę środowiska	320,0	0,0	320,0	320,0	0,0	320,0
11.4	Wpłata na PFRON	5 242,0	0,0	5 242,0	5 242,0	0,0	5 242,0
11.5	Podatki i opłaty pozostałe	702,0	0,0	702,0	702,0	0,0	702,0
12	Ubezpieczenia rzeczowe i osobowe	7 750,0	0,0	7 750,0	7 750,0	0,0	7 750,0
13	Inne koszty /razem z kosztami podróży służbowymi/	-100,0	0,0	-100,0	-120,0	0,0	-120,0
<b>14</b>	<b>Razem koszty</b>	<b>1 061 192,0</b>	<b>386 962,0</b>	<b>1 448 154,0</b>	<b>1 462 762,7</b>	<b>547 199,8</b>	<b>2 009 962,5</b>
<b>15</b>	<b>Koszt własny sprzedaży</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>1 362 654,0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>1 907 362,5</b>
16	Produkcja węgla, Mg			2 800 000			3 950 000
17	Koszt produkcji węgla, tys.zł	1 006 813,0	317 940,9	1 324 754	1 412 244,2	445 971,9	1 858 216
18	Koszt produkcji węgla, zł/Mg	359,58	113,55	473,13	357,53	112,90	470,43

Koszt jednostkowy produkcji węgla spada o około 0,6 %, a więc nieznacznie w granicach błędów oszacowania.

Zastosowanie analizowanego systemu organizacji pracy z ciągłym ruchem zakładu górniczego powoduje istotne konsekwencje finansowe, zarówno dla pracownika, jak i dla zakładu górniczego. Pracownicy zatrudnieni w ruchu ciągłym mają możliwość uzyskania wyższego wynagrodzenia, lecz zakład górniczy ponosi znacznie wyższe koszty wynagrodzeń niż wynika to ze wzrostu produkcji. Zastosowanie systemu organizacji pracy ciągłej zakładu górniczego jest uzasadnione jedynie w przypadku, gdy na rynku istnieje zapotrzebowanie na wydobyty węgiel a średniacena sprzedaży przekracza jednostkowy koszt produkcji.

**Praca wykonana w ramach badań statutowych – umowa 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*, z. 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*, z. 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*, z. 3, 2005 s. 63÷74.
4. Franik T., Woźny T.: Ekonomiczne skutki zastosowania systemów organizacyjnych uwzględniających pracę ciągłą zakładu górniczego. *Przeгляд Górnicy* nr 9/2013.
5. Magda R., Woźny T.: Wpływ systemu organizacji pracy ciągłej na jednostkowy koszt własny w aspekcie stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnej zakładu górniczego. *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją. Opole 2015.