



Wpływ awaryjności maszyn urabiających na efekty ekonomiczne, na przykładzie ściany wydobywczej

The influence of extracting machines failures on economic effects on the example of a longwall

Dr hab. inż. Witold Biały, prof. PŚI*)

Treść: W artykule przedstawiono wyniki analizy ekonomicznej ściany wydobywczej w aspekcie awaryjności maszyny urabiającej. Efektywność wyrobiska ścianowego zależy bezpośrednio od prawidłowo dobranych maszyn i urządzeń kompleksu ścianowego. Aby zapewnić większą efektywność oraz wydajność, należy znaleźć przyczyny najczęściej występujących w tym procesie awarii i skutecznie im przeciwdziałać. Celem tych działań będzie zwiększenie dyspozycyjności produkcyjnej maszyn i urządzeń biorących udział w procesie wydobywczym. Analizie poddano ścianę wydobywczą w całym okresie jej żywotności w jednej z kopalń Polskiej Grupy Górniczej (PGG). Do eksploatacji analizowanej ściany wykorzystano dwa kombajny, z których jeden był kombajnem nowym, natomiast drugi był kombajnem który wcześniej wyeksploatował trzy ściany. Przedstawione zostało rzeczywiście uzyskane wydobycie oraz tzw. „utracone możliwości” wynikłe z wystąpienia przestojów, które były spowodowane awariami.

Abstract: This paper presents the results of the economic analysis of a longwall in the context of extracting machines failures. The efficiency of mining excavation depends directly on the correctly matched machines and devices of the mining complex. To ensure greater efficiency and performance, the causes of the most common failures in the process need to be found and repaired. The aim of these actions will be the increase of availability of production machines and devices involved in the mining process. The longwall of one of Polish Mining Group (PGG) mine was analysed during the entire period of its life. For operation of the analysed longwall two heading machines were used, one of them was new and the other has previously exploited three longwalls. This paper presents the real extraction and the so-called „missed oportunities” arising from do-times which were caused by failures.

Słowa kluczowe:

ściana wydobywcza, maszyna urabiająca, awarie, efekty ekonomiczne

Key words:

longwall, extracting machine, failures, economic effects

1. Wprowadzenie

Silna konkurencja, globalizacja światowej gospodarki wymusza na firmach, a zwłaszcza zakładach górniczych, efektywniejsze wykorzystanie (eksploatację) maszyn/urządzeń. Na osiągane efekty ekonomiczne ściany wydobywczej, istotny wpływ ma dobór odpowiedniej maszyny urabiającej. Dobór maszyny urabiającej jest związany z warunkami geologiczno-górnictwymi (na które nie mamy wpływu), natomiast mamy wpływ na dobór maszyny urabiającej do istniejących (zastanych), warunków geologiczno-górnictwowych [1, 2, 3, 6].

Wg normy PN ISO 9000 [11], przez efektywność rozumiemy relację pomiędzy osiągniętymi wynikami produkcyjnymi a wykorzystanymi zasobami. Stąd wynika, że pojęcie efektywności w złożonym procesie produkcyjnym nie jest jednoznaczne, a z takim procesem spotykamy się w zakładzie górniczym. Można mówić o efektywności ekonomicznej oraz technicznej, która jest wynikiem jakości wykorzystania układów czy poszczególnych maszyn/urządzeń. Efektywność

techniczna określa w jakim stopniu w danych warunkach wykorzystane zostały możliwości produkcyjne i technologiczne maszyn/urządzeń. Natomiast efektywność ekonomiczna przedstawia skuteczność zarządzania majątkiem, zasobami ludzkimi, kosztami [4, 5, 7].

Efektywność technicznego wykorzystania ciągu wydobywczego ma szczególne znaczenie w górnictwie węgla kamiennego, gdzie wysokie koszty środków trwałych, duże nakłady inwestycyjne związane z wyposażeniem przodka wydobywczego, duży udział kosztów stałych w kosztach wydobycia węgla, wymuszają wręcz uzyskiwanie wysokiej koncentracji wydobycia. Na efektywność procesu eksploatacji ma wpływ sprawność procesu urabiania, stąd przestoje, wywołane głównie awariami, powodują istotny jej spadek, a tym samym wzrost kosztów.

W artykule przeprowadzona została analiza ekonomiczna ścianowego kompleksu wydobywczego z wykorzystaniem dwóch różnych maszyn urabiających. Analiza została przeprowadzona na przykładzie jednej ściany wydobywczej w całym okresie jej żywotności – pozwoli to ocenić wpływ awaryjności maszyn/urządzeń na efekty ekonomiczne i produkcyjne kopalni.

*) Politechnika Śląska w Gliwicach

2. Podstawowe parametry ściany wydobywczej

Parametry techniczne (podstawowe) analizowanej ściany wydobywczej przedstawione zostały w tablicy 1.

Tablica 1. Parametry techniczne ściany
Table 1. Technical parameters of the longwall

Lp.	Parametr ściany	Wielkość	Jednostka
1	Długość ściany	297	m
2	Wybieg ściany	2680	m
3	Mięszczość pokładu	1,6-2,8	m
4	Wskaźnik zwięzłości węgla wg. Protodiakonowa	0,9	f
5	Wytrzymałość węgla Rc	20-36	MPa
6	Typ węgla	34	klasa
7	Zagrożenia metanowe	III	kategoria
8	Zagrożenie wodne	I	stopień
9	Zagrożenie tapaniami	nie występuje	kategoria
10	Planowane wydobycie	5000	Mg/dobę

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

Wyposażenie techniczne analizowanej ściany wydobywczej w odniesieniu do zastosowanego kombajnu przedstawia tablica 2.

Tablica 2. Wyposażenie techniczne ściany
Table 2. Technical equipment of the longwall

Wyposażenie techniczne ściany	Kombajn 1	Kombajn 2
Obudowa zmechanizowana	Pioma RZN 10/25, 190 szt. Pioma-Jankowice 19/32,8, 10 szt.	Pioma RZN 10/25, 190 szt. Pioma-Jankowice 19/32,8, 10 szt.
Przełożenie ścianowy	Rybnik 295/842/WB/BP Łańcuch 34x126x2 Wydajność 1100 Mg/h	Rybnik 295/842/WB/BP Łańcuch 34x126x2 Wydajność 1100 Mg/h
Przełożenie podścianowy	Rybnik/Grot E 255/8412 Zastawki 0,6 m Łańcuch 30x108x2 Wydajność 1500 Mg/h	Rybnik/Grot E 255/8412 Zastawki 0,6 m Łańcuch 30x108x2 Wydajność 1500 Mg/h
Kruszarka kęsów	Longwall, moc 90 kW	KKBW-1, moc 90 kW
Urządzenie przesuwające	UPP-1	UPP-1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

Wraz ze zmianą maszyny urabiającej (kombajnu) nie uległo zmianie wyposażenie ściany, za wyjątkiem kruszarki – podyktowane to zostało innym typem zastosowanego kombajnu. Zmiana kombajnu w ścianie wydobywczej nastąpiła po upływie czterech miesięcy eksploatacji ściany. Wymiana maszyn urabiających nastąpiła ze względów ekonomicznych. Kombajn oznaczony w niniejszym artykule jako „kombajn 1” był kombajnem nowym, po raz pierwszy zainstalowany w ścianie wydobywczej – nie był własnością kopalni – był leasingowany. Natomiast kombajn oznaczony jako „kombajn 2”, to kombajn który był własnością kopalni. Zakończył eksploatację równoległe prowadzonej ściany wydobywczej – wcześniej pracował w trzech ścianach. Każdy z kombajnów eksploatował analizowaną ścianę wydobywczą tę samą ilość dni roboczych – 84.

W tablicy 3, przedstawione zostały parametry maszyn urabiających – kombajnów.

Tablica 3. Dane techniczne maszyn urabiających – kombajnów
Table 3. Technical data of the extracting machines – heading machines

Lp.	Parametry kombajnu	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostki
1	Zakres urabiania	do 3500	do 3500	mm
2	Maksymalne nachylenie podłużne	do 35	do 45	°
3	Maksymalne nachylenie poprzeczne	do 10	do 15	°
4	Prędkość obrotowa organów urabiających	33,2	36	obr/min
5	Średnica organów urabiających	1800	1600	mm
6	Zabior	800	1000	mm
7	Średnica piasty bębna	900	800	mm
8	Zagłębienie w spąg	300	275	mm
9	Napięcie zasilania	1000	1000	V
10	Całkowita zainstalowana moc	585	685	kW
11	Moc silników w organach urabiających	2x250	2x300	kW
12	Moc silników posuwu kombajnu	85	2x35	kW
13	Maksymalna prędkość posuwu – manewrowa	6, 12	do 24,5	m/min
14	Maksymalna moc	2x300; 2x150	do 600	kN
15	Siła hamowania	1800	2000	Nm
16	Wydajność pompy głównej	234	230	l/min
17	Wydajność pompy pomocniczej	47,8	-	l/min
18	Wydajność pompy przepłukiwania	70,7	-	l/min
19	Długość kombajnu	11293	11312	Mm
20	Długość ramion	3000	2306	Mm
21	Wysokość kombajnu	1474	1374	Mm
22	Prześwit nad przełożnikami	490	705	Mm
23	Masa kombajnu	35,2	37,0	Mg

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

3. Awaryjność ściany wydobywczej

W analizowanej ścianie wydobywczej stosowany był system pracy pięcizmianowy – pierwsze cztery zmiany były zmianami wydobywczymi, natomiast piąta była zmianą remontowo-konserwacyjną. Średnio na dobę w ścianie pracowało około 100 osób.

Analizując przyczyny przestoju maszyn/urządzeń w trakcie eksploatacji ściany wydobywczej, awarie podzielono ze względu na przyczyny powstania. Podział awarii był następujący [8]:

- górnicze – pompowanie wody, opad stropu, rozbijanie brył,
- organizacyjne – brak zasilania elektrycznego, uszkodzony wąż wodny, brak doprowadzenia wody,
- techniczne – uszkodzenie maszyny urabiającej, uszkodzenia przełożnika, uszkodzenia zmechanizowanej obudowy zmechanizowanej.

Awaryjność analizowanej ściany wydobywczej z podziałem na miejsca wystąpienia oraz przyczyny przedstawiono w tablicy 4 [9, 10]. Podział dotyczy:

- przyczyny pojawienia się awarii,
- czasu trwania awarii,
- liczby awarii,
- miejsc wystąpienia awarii,
- procentowego udziału czasu awarii w czasie gotowości ściany do pracy.

Jak wynika z tablicy 4, liczba awarii kombajnów po wymianie, uległa istotnemu zmniejszeniu (z 82 na 42) – również czas trwania przerw powstałych w wyniku awarii uległ zmniejszeniu (6800/4105). Tym samym wzrósł czas dyspozycyjności kombajnu o 4%. Wynika stąd, że „kombajn 2” pomimo tego, że miał „za sobą trzy wyeksploatowane ściany”, poprawnie spełnił swoją funkcję (został „poprawnie dobrany” do istniejących warunków geologiczno-górnicych). Stąd, można również stwierdzić, że w przypadku „kombajnu 1”, nastąpił niewłaściwy dobór maszyny urabiającej do istniejących warunków geologiczno-górnicych.

Porównanie czasów pracy oraz przerw spowodowanych awariami dla analizowanych kombajnów przedstawiono w tablicy 5.

Średniodobowy czas przerw spowodowany przez awarie dla „kombajnu 1” był o 48 min dłuższy od średniodobowego czasu przerw dla „kombajnu 2”. Potwierdza to stwierdzenie o niewłaściwym doborze maszyny urabiającej do warunków geologiczno-górnicych.

Łączna suma wszystkich awarii kompleksu ścianowego z zastosowaniem „kombajnu 1”, spowodowała wydłużenie czasu wybierania analizowanej ściany o 66 zmian wydobywczych. Natomiast w momencie zainstalowania w ścianie

„kombajnu 2”, ilość awarii wyniosła 82. Łącznie wskutek awarii kombajnów, ściana wydobywcza pracowała dłużej o 120 zmian, co spowodowało „wydłużenie” czasu pracy ściany o 30 dni roboczych.

4. Wyniki produkcyjne ściany wydobywczej

Prace wydobywcze w analizowanej ścianie odbywały się przez cztery zmiany robocze (wydobywcze) – łączny czas pracy wyniósł 19,5 h na dobę. W sumie ściana była eksploatowana przez 164 dni.

W tablicy 6 przedstawiono uzyskane wyniki produkcyjne uzyskane w ścianie, w analizowanym czasie.

Z analizy danych przedstawionych w tablicy 6 wynika, że udział kamienia w sumarycznym wydobywaniu stanowił ponad 30%, co jest ilością dość znaczną. Po zainstalowaniu w ścianie „kombajnu 2”, praktycznie wszystkie parametry uległy zdecydowanej poprawie.

Tablica 7 zawiera średnie wyniki produkcyjne w całym analizowanym okresie, natomiast tablica 8, średnie wyniki produkcyjne na zmianę wydobywczą.

Tablica 4. Awaryjność ściany wydobywczej

Table 4. Failure rate of the longwall

Lp.	Przyczyny wystąpienia awarii oraz miejsce powstania	Liczba awarii		Czas trwania awarii min		Udział awarii w czasie dyspozycyjnym %	
		Kombajn 1	Kombajn 2	Kombajn 1	Kombajn 2	Kombajn 1	Kombajn 2
1	Awarie górnicze	32	12	4875	1515	6,17	1,84
2	Awarie organizacyjne	12	14	415	770	0,52	0,93
	Awarie techniczne						
3	Obudowy	23	28	566	855	0,72	1,04
4	Przełożników	83	118	6570	8540	8,31	10,35
5	Kombajnów	82	42	6800	4105	8,60	4,98
6	Suma awarii kompleksu ścianowego	232	214	19226	15785	24,32	19,14

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

Tablica 5. Średnio dobowy czas dyspozycyjny ściany

Table 5. Daily average dispositional time of the longwall

Lp.	Parametr	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostka
1	Suma czasu wszystkich awarii kompleksu ścianowego	19226/320,4	15785/263,1	min/h
2	Suma dni roboczych	84	84	dni
3	Średniodobowa suma wszystkich awarii	229/3,9	188/3,1	min/h
4	Średniodobowy dyspozycyjny czas pracy	941/15,7	982/16,4	min/h

Źródło: Opracowanie własne

Tablica 6. Wyniki produkcyjne analizowanej ściany

Table 6. Production results of the analysed longwall

Lp.	Parameter	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostki
1	Sumaryczne wydobywanie brutto	292684	456381	Mg
2	Sumaryczne wydobywanie netto	199602	317587	Mg
3	Sumaryczna ilość kamienia w wydobywaniu	93082	138794	Mg
4	Udział kamienia, przerostów w wydobywaniu	31,8	30,4	%
5	Sumaryczny postęp	279,3	435,6	m
6	Sumaryczna liczba cykli	399	484	liczba
7	Sumaryczna liczba przebytej drogi przez kombajn	118503	143748	m

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

Tablica 7. Średnie wyniki produkcyjne
Table 7. Average production results

Lp.	Parametr	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostki
1	Średnie wydobyć brutto	3484,3	5433,1	Mg
2	Średnie wydobyć netto	2379	3783	Mg
3	Średnia ilość kamienia w wydobyć	1108	1652	Mg
4	Średni udział kamienia w wydobyć	31,8	30,4	%
5	Średni postęp	3,3	5,1	m
6	Średnia ilość cykli	4,75	5,75	liczba
7	Średnia ilość metrów jazdy kombajnu	1396	1711	m

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

Tablica 8. Średnie wyniki produkcyjne na zmianę
Table 8. Average production results per shift

Lp.	Parametr	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostki
1	Średnie wydobyć brutto	871	1358	Mg
2	Średnie wydobyć netto	594	945	Mg
3	Średnia ilość kamienia w wydobyć	277	413	Mg
4	Średni udział kamienia w wydobyć	31,8	30,4	%
5	Średni postęp	0,8	1,3	m
6	Średnia ilość cykli	1,2	1,4	liczba
7	Średnia ilość metrów jazdy kombajnu	356,4	427,8	m

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych KW SA. [9, 10]

Przedstawione w tablicach 7 oraz 8 wartości wyraźnie wskazują, że wyniki uzyskane w ścianie z zastosowaniem „kombajnu 2” są zdecydowanie wyższe. Analizując uzyskane wyniki produkcyjne ściany wydobywczej, można wyznaczyć przewidywane maksymalne wydobyć węgla w przypadku braku przestojów wywołanych awariami. Można wyznaczyć straty związane z poszczególnymi awariami, a także wyznaczyć maksymalną możliwą produkcję w analizowanej ścianie, jak również stwierdzić, czy istnieje możliwość osiągnięcia założonego planu wydobyć na poziomie 5000 Mg/dobę. Możliwe oraz rzeczywiste wydobyć dla dwóch kombajnów zastosowanych w analizowanej ścianie, przedstawione zostało w tablicy 9.

Zakładając bezawaryjną pracę kompleksu ścianowego, bliżej osiągnięcia założonego planu wydobyć był „kombajn 2” (tablica 9). Uwzględniając bezawaryjną pracę kombajnu, osiągnięcie planowanego wydobyć na poziomie 5000 Mg/dobę okazało się niemożliwe. Tak w przypadku zainstalowania „kombajnu 1”, jak i „kombajnu 2”, rzeczywiste, jak i możliwe wydobyć w analizowanej ścianie wydobywczej okazało się dużo niższe niż założone 5000 Mg/dobę.

Zakładając bezawaryjną pracę kompleksu ścianowego, bliższy osiągnięcia zakładanego wyniku był „kombajn 2” – 4504 Mg/dobę, wobec 2954 Mg/dobę dla „kombajnu 1” (tablica 9).

Tablica 9. Rzeczywiste oraz możliwe wydobyć
Table 9. Real and possible extraction

Lp.	Parametr	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostki
Wydobyć uwzględniające awarie				
1	Suma wydobyć netto	199602	317587	Mg
2	Rzeczywisty czas pracy kompleksu ścianowego	79054	82495	min
3	Suma czasu wszystkich awarii	19226	15785	min
4	Udział awarii w czasie dyspozycyjnym	24	19	%
5	Rzeczywiste wydobyć na godzinę	122	194	Mg/h
Rzeczywiste dobowe wydobyć		2379	3783	Mg/dobę
Wydobyć bez awarii				
6	Suma wydobyć netto	248145	378355	Mg
7	Możliwe wydobyć na godzinę	151	231	Mg/h
8	Możliwe wydobyć na zmianę wydobywczą	739	1126	Mg/zmianę
9	Strata ze względu na sumę awarii	48543	60769	Mg
10	Strata ze względu na awarię przenośników	16556	32794	Mg
11	Możliwe wydobyć uwzględniające awarie przenośników	2757	4114	Mg/dobę
12	Strata ze względu na awarie górnicze, obudowy, inne	176	144	Mg
13	Możliwe wydobyć uwzględniające awarie obudowy, górnicze, inne	2778	4361	Mg/dobę
14	Strata ze względu na awarie kombajnów	17136	15763	Mg
15	Możliwe wydobyć uwzględniające awarie kombajnów	2750	4317	Mg/dobę
Możliwe dobowe wydobyć		2954	4504	Mg/dobę

Źródło: Opracowanie własne

Na ten wynik prawdopodobnie wpływ miał niewłaściwy dobór maszyny urabiającej [6]. Zastosowanie kombajnu nie zostało poprzedzone wnikliwą analizą warunków geologiczno-górnictwa – zastosowany został dostępny na kopalni kombajn. Taki sposób doboru maszyny urabiającej bardzo często prowadzi do przestoju spowodowanych awariami, co przekłada się na wyniki ekonomiczne osiągnięte przez kopalnię.

5. Analiza ekonomiczna ściany

Wpływ na ocenę ekonomiczną analizowanej ściany mają podstawowe wielkości uzyskiwane przez poszczególne kombajny, uwzględniając nieplanowane przerwy w pracy spowodowane awariami.

W tablicy 10 przedstawiono uzyskane rzeczywiste efekty takie jak:

- rzeczywiste dobowe wydobywanie,
- wydajność przodkowa,
- wydajność oddziałowa,
- sumaryczna wartość uzyskanego wydobywania.

Wszystkie wartości jakie zostały uzyskane w trakcie pracy w ścianie wydobywczej „kombajnu 2”, zdecydowanie przewyższają wartości jakie zostały uzyskane z zastosowaniem „kombajnu 1”. Każdy z tych kombajnów pracował w ścianie taką samą ilość dni roboczych (84), przy porównywalnych warunkach geologiczno-górnictwa. Potwierdza to stwierdzenie o niewłaściwym doborze maszyny urabiającej do warunków geologiczno-górnictwa.

„Kombajn 2” uzyskał średniodobowe wydobywanie wyższe o 1404 Mg/dobę, co stanowi 59% wzrost wydobywania, o wartości 336 960 tys. zł. (rys. 1).

Również efekty produkcyjne wyrażone poprzez wydajność przodkową i oddziałową były zdecydowanie wyższe w momencie zainstalowania w ścianie „kombajnu 2”. Miało to również przełożenie na uzyskane efekty ekonomiczne.

W każdym przypadku, niezależnie od zainstalowanego kombajnu, obsada ściany wydobywczej, jak i oddziału wydobywczego, była taka sama (ilość pracujących osób).

Na rys. 2, przedstawiono uzyskane wydajności i wartości dla ściany oraz całego oddziału wydobywczego.

Przeprowadzona analiza wskazuje jak istotny wpływ na efektywność kopalni węgla kamiennego (a co się z tym wiąże efekty ekonomiczne), ma prawidłowy dobór maszyny urabiającej.

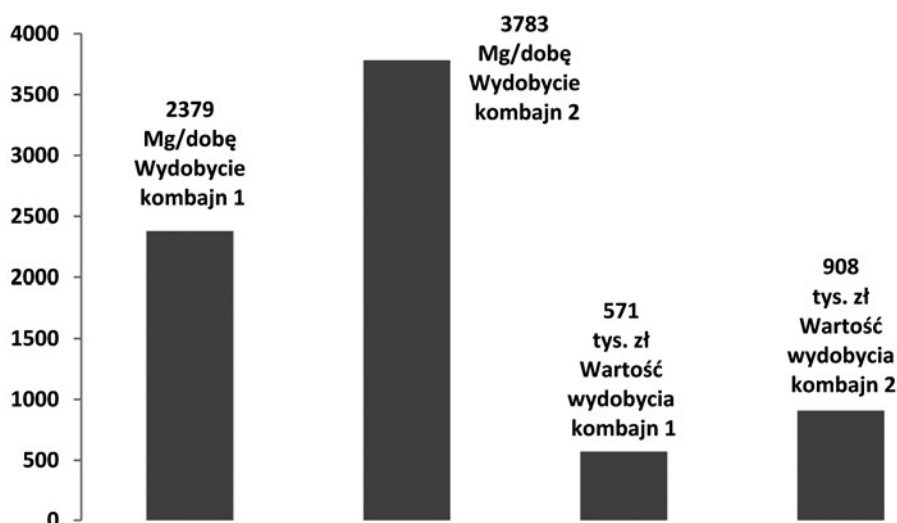
6. Podsumowanie

W kopalniach węgla kamiennego główny wpływ na efektywność pozyskiwania węgla, a także na uzyskiwane efekty ekonomiczne ma proces wydobywczy. Istotnym elementem tego procesu są zastosowane maszyny i urządzenia, szczególnie maszyny urabiające – kombajny. Stąd bardzo istotny jest właściwy dobór kombajnu do warunków geologiczno-górnictwa istniejących w ścianie wydobywczej. Ma to wpływ na czas pracy, a tym samym na osiąganą wydajność.

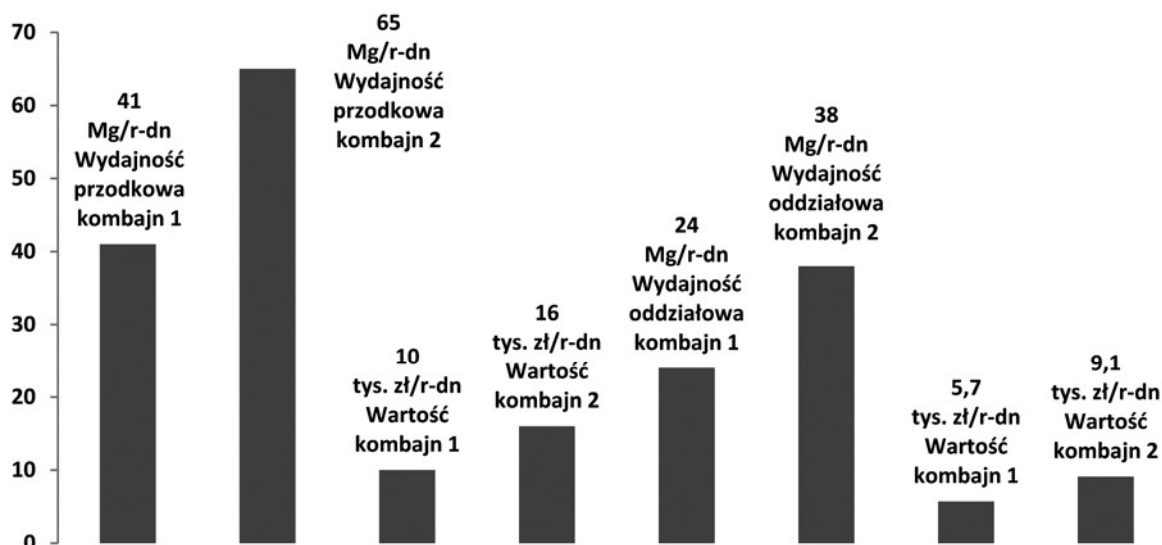
Tablica 10 Analiza ekonomiczna analizowanej ściany wydobywczej
Table 10. Economic analysis of the longwall

Lp.	Parametr	Kombajn 1	Kombajn 2	Jednostka
1	Średnia cena węgla	240	240	zł/Mg
2	Rzeczywista dobowo produkcja	2379	3783	Mg/dobę
3	Wartość produkcji dobowej	571	908	tys. zł
4	Liczba osób załogi w ścianie wydobywczej	58	58	liczba osób
5	Wydajność przodkowa	41	65	Mg/r-dn
6	Wartość wydajności przodkowej	10	16	tys. zł/r-dn
7	Liczba załogi w oddziale wydobywczym	100	100	Ilość osób
8	Wydajność oddziałowa	24	38	Mg/r-dn
9	Wartość wydajności oddziałowej	5,7	9,1	tys. zł/r-dn

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 1. Rzeczywiste dobowe wydobywanie oraz jego wartość
Fig. 1. Real daily extraction and its value



Rys. 2. Rzeczywiste dobowe wydajności przodkowe, oddziałowe oraz ich wartości

Fig. 2. Real daily coal face and section production and their values

Z przeprowadzonej analizy ściany wydobywczej wynika, że występują dość znaczne różnice w przerwach wynikających z awarii różnych elementów kompleksu ścianowego. W analizowanej ścianie największym ograniczeniem okazał się „kombajn 1”, którego udział w przestojach ściany wyniósł 6800 min, co stanowi 8,6% czasu dyspozycyjnego. Skutkowało to największą stratą w wydobywaniu. Po wymianie maszyny urabiającej na „kombajn 2” przestoje spowodowane awariami uległy zmniejszeniu o prawie 40%. Stąd średniodobowe wydobywanie z użyciem „kombajnu 2” wyniosło 3783 Mg/dobę, gdzie przy zainstalowanym „kombajnie 1” wynosiło 2379 Mg/dobę, co stanowi przyrost o 59%.

Natomiast po zainstalowaniu „kombajnu 2”, dość znacznie wzrósł czas przestojów przenośników o ponad 2000 min (30%). Te dwa zasadnicze elementy wyposażenia kompleksu ścianowego w bardzo istotny sposób rzutowały na osiągane wyniki produkcyjne.

Analiza ekonomiczna (tablica 10, rys. 1 oraz 2) ukazuje, że po wymianie maszyny urabiającej, wszystkie wskaźniki ekonomiczne uległy znacznej poprawie na korzyść „kombajnu 2”. Potwierdza to (wcześniejsze stwierdzenia), że tylko prawidłowy dobór maszyny urabiającej do istniejących warunków geologiczno-górnictwa ma wpływ na zmniejszenie przerw w pracy spowodowanych awariami.

Literatura

1. *Biały W.*: Innowacyjne narzędzia do wyznaczania właściwości mechanicznych węgla. „Przeгляд Górnictwa” 2013, nr 6 s. 17-26.
2. *Biały W.*: Zasoby węgla kamiennego. Urabialność pokładów węglowych”. Wydawnictwo PA NOVA SA. Gliwice 2014, s. 150.
3. *Biały W.*: Coal cutting force measurement systems – (CCFM). 14th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining, SGEM2014 Conference Proceedings, June 17-26, 2014, Vol. III, BULGARIA ISBN 978-619-7105-09-4/ISSN 1314-2704. s. 91-98.
4. *Kołodziej S.*: Psychologiczne uwarunkowania przedsiębiorczości. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, „Organizacja i Zarządzanie” 2004, z. 22, s. 71-80.
5. *Kozioł W., Ciepłiński A., Machniak Ł.*: Analiza porównawcza efektywności pracy maszyn podstawowych w kopalniach węgla brunatnego – problemy z unifikacją wskaźników. „Górnictwo i Geoinżynieria” 2010, z. 4, s. 349-370.
6. *Maruszewska E.W., Biały W.*: Internal audit – An Evaluation of Audit Effectiveness in Polish Coal Mine. 8th Research/Expert Conference with International Participations “QUALITY 2011”, Neum, B&H, June 06-08. 2013. Godina VIII, Broj 1. BOŠNIA I HERCEGOVINA. ISSN 1512-9268. s. 53-58.
7. *Maruszewska E.W.*: Applicability of activity based costing in new product development processes. Management Systems in Production Engineering 1(17)/2015. ISSN 2299-0461. s. 35-39. DOI: 10.12914/MSPE-06-01-2015.
8. *Skotnicka-Zasadzień B., Biały W.*: An analysis of possibilities to use a Pareto chart for evaluating mining machines’ failure frequency. „Eksploracja i Niezawodność” – Maintenance and Reliability 2011, nr 3, s. 51-55
9. Książki raportowe działu Głównego Mechanika ds. dołu.
10. Raporty dzienne dyspozytora głównego kopalni.
11. PN-EN ISO 9000:2006. System Zarządzania Jakością – Podstawy i Terminologia.