

## Efektywny czas pracy kompleksu ścianowego i przyczyny jego zmniejszania

### Longwall complex efficient time and reasons of its decreasing

Jacek Korski dr inż. FAMUR S.A. jkorski@famur.com.pl

**Streszczenie:** Stopień wykorzystania czasu kalendarzowego ścianowego kompleksu wydobywczego zasadniczo wpływa na wydajność tego systemu technicznego i jego efektywność ekonomiczną. W realizowanym w kompleksowo zmechanizowanym systemie ścianowym procesie wybierkowym czas, w którym kombajn ścianowy nie urabia jest, z punktu widzenia efektywności tego przodka, czasem straconym. W technologii wydobycia węgla zmechanizowanymi kompleksami ścianowymi występują przerwy w urabianiu wywołane różnymi przyczynami, w tym koniecznymi przerwami wynikającymi w technologii i własności urządzeń kompleksu ścianowego. W artykule przedstawiono strukturę czasu kalendarzowego ściany i poddano analizie źródła występowania strat czasu efektywnego ściany czyli czasu w którym prowadzone jest urabianie. Wskazano przy tym na trzy podstawowe obszary występowania strat czasu efektywnego w czasie kalendarzowym czyli technologia górnicza, organizacja procesu wydobywczego i jakość oraz funkcjonalność wyposażenia technicznego kompleksu ścianowego.

Słowa kluczowe: efektywność procesów wydobywczych, czas pracy maszyn, ściana węglowa, system ścianowy.

**Abstract.** Degree of calendar time use in fully mechanized Longwall system has fundamental affect for this system capacity and its efficiency. Extraction process realized by fully mechanized longwall system time when cutting machine (shearer or plow) is not cutting is, in economical point of view, is not effective, wasted time. In coal extraction process realized by fully mechanized longwall complex are breaks in cutting as result of many different reasons. Some of those break have source in necessary in used mining technology and technical system constrains. In article is presented longwall face calendar time structure and analyzed sources of efficient time loses. Only cutting time as a part of calendar time is efficient. Three mine, different group of efficient time loses as mining technology, extraction process management or longwall equipment quality (reliability) and maintenance needs are defined.

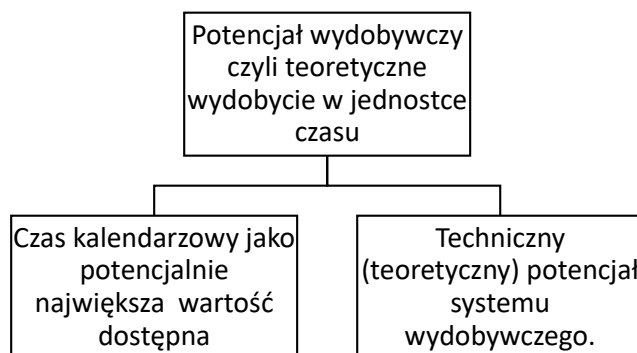
Keywords: longwall mining efficiency, longwall mining, efficient working time,

### Wprowadzenie.

Analizę wykorzystania czasu w zmechanizowanych kompleksach ścianowych jako istotne narzędzie doskonalenia procesu wybierkowego wprowadzono w polskim górnictwie węglowym już dość dawno [16,17,18,19], ale w okresie transformacji gospodarczej zaniechano obliczania i analizowania. Głęboki kryzys drugiej dekady XXI wieku sprawił, że ponownie zagadnienie efektywności wykorzystania czasu maszyn i systemów technicznych dostrzeżono w polskim górnictwie w polskim górnictwie węgla kamiennego [6, 9, 11].

Proponując zastosowanie narzędzi Lean w górnictwie [2, 8] próbowano także implementować narzędzia analityczne znane z zarządzania produkcją [8,9], mimo, że istniały wskazania do stosowania wyspecjalizowanych narzędzi analitycznych, w tym mierników (KPI) dostosowanych do analiz sprawności procesów wydobywczych [4, 5].

W procesach gospodarczych związanych wydobywaniem kopalin pomiar „produktywności” procesu jest istotnym narzędziem oceny i doskonalenia procesów wydobywczych i związanych z nimi operacyjnych procesów fundamentalnych i egzystencjalnych. Najbardziej ogólnym miernikiem „produktywności” jest mierzona w jednostkach objętości lub masy wielkość wydobywania kopaliny w jednostce czasu – w tzw. czasie kalendarzowym. (godzina, zmiana, doba, miesiąc lub rok, niekiedy stosuje się także rozliczenie tygodniowe)[14]. Ujęcie pojęcia produktywność w cudzość wynika z faktu, iż procesy wydobywcze nie są w swojej istocie procesami produkcyjnymi [12,13m], choć wielu autorów je za takie uważa [2,6,7,10]. Wskaźnik wydobywania w jednostce czasu jest jednym z istotnych wskaźników (mierników) pomiaru efektywności procesu gospodarczego zaliczanych do Key Performance Index (KPI) w przedsiębiorstwach górniczych. Umożliwia on ponadto porównywanie sprawności i wydajności procesów wydobywczych realizowanych różnymi systemami technicznymi. Teoretyczny wskaźnik wydobywania w jednostce czasu jest funkcją (iloczynem) dwóch innych wskaźników – teoretycznej wydajności czyli teoretycznego technicznego potencjału systemu wydobywczego (rys. 1.).



Rys.1. Potencjał wydobywczy w jednostce czasu systemu wydobywczego jako funkcja czasu i technicznego potencjału systemu wydobywczego (w systemach tradycyjnych wydajność pracy ludzi).

Fig. 1. Extraction system time potential extraction as a algebraic function of calendar time and technical equipment potential.

W praktyce gospodarczej występują jednak czynniki powodujące, że zarówno czas kalendarzowy, jak i teoretyczny potencjał techniczny systemu wydobywczego nie są w pełni wykorzystane [3,11]. Dlatego, w zależności od rodzaju procesu wydobywczego i stosowanego systemu mechanizacyjnego stosuje się różne, bardziej szczegółowe wskaźniki wykorzystania czasu i potencjału technicznego sprzętu. Dla górnictwa odkrywkowego pracującego w systemach cyklicznych mierzy się na przykład [1]:

Wskaźnik wykorzystania ładowności wozideł,

Wskaźnik wykorzystania pojemności łyżki koparki,

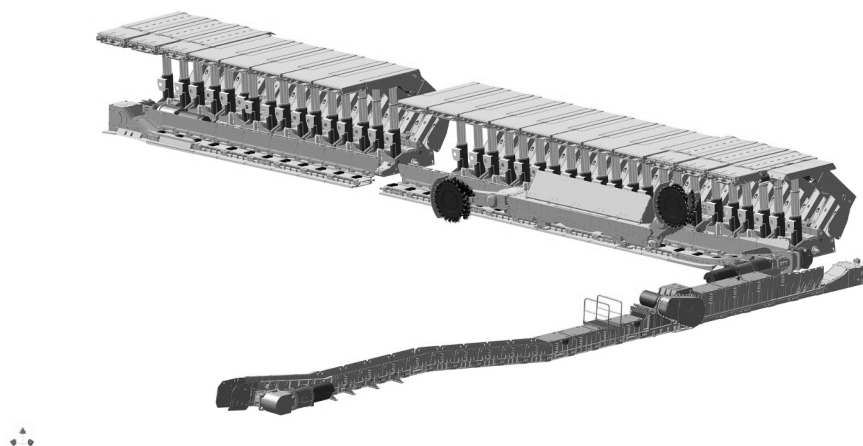
Czasy: manewrów pod załadunek, czas załadunku wozidla, czas oczekiwania na rozładunek,

i wiele innych. Analiza szczegółowych wskaźników efektywności wykorzystania urządzeń kompleksu wydobywczego pozwala na doskonalenie rozwiązań technicznych i organizacyjnych w celu podnoszenia efektywności urządzeń i w efekcie efektywności procesu wydobywczego.

Kompleksowo zmechanizowana kombajnowa ściana wydobywcza – wydobywanie dobowe czyli podstawowy wskaźnik KPI.

Kompleksowo zmechanizowany, kombajnowy kompleks ścianowy stosowany jest w podziemnym górnictwie złóż pokładowych do wybierania kopaliny. Choć podstawowym zastosowaniem takich systemów wydobywczych

jest wybieranie węgla kamiennego i brunatnego to bywa stosowany także do wydobywania soli potasowych lub sody czy fosforytów.



Rys.2. Kompleksowo zmechanizowana, kombajnowa ściana wydobywcza.

Fig.2. Fully mechanized Longwall complex.

Kompleksowo zmechanizowana, kombajnowa ściana wydobywcza stanowi system przestrzennie spójny, stanowiący konstrukcyjną całość, którego podzespoły realizują poszczególne operacje[14]. Taki system składa się z zespołu urządzeń (rys.2.) powiązanych ze sobą.

W skład systemu technicznego ściany wydobywczej wchodzi:

- Maszyna urabiająca (kombajn lub strug),
- Ścianowy przenośnik zgrzeblowy tzw. pancerny,
- Zmechanizowana obudowa ścianowa,
- Zgrzeblowy przenośnik podścianowy z kruszarką,
- Hydrauliczny agregat pompowy zasilający obudowę zmechanizowaną,
- Zestaw urządzeń elektrycznych zasilających i sterujących pracą urządzeń ściany.

Inne agregaty pomocnicze

Podstawowe elementy zmechanizowanego kompleksu ścianowego spełniają różne funkcje służące dobrej pracy w/w elementów i ich wzajemnej poprawnej współpracy.

Pierwotną w systemie technicznym ściany maszyną kompleksu jest kombajn ścianowy (lub alternatywnie strug) ponieważ realizuje on dwie pierwsze w kolejności funkcje procesu wybiórczego czyli urabianie kaliny węglowej i (co najmniej częściowo) ładowanie urobionego materiału na przenośnik ścianowy. Kombajn węglowy spełnia także dodatkową funkcję w postaci przygotowania przestrzeni dla przemieszczenia urządzeń ściany dla następnego skrawu (zabioru).

Inne urządzenia warunkują wypełnianie swojej funkcji przez kombajn węglowy umożliwiając mu pracę i realizując kolejne funkcje w procesie wybiórczym i pozostałej części procesu wydobywczego (transport urobku).

Ścianowy przenośnik zgrzeblowy (tzw. pancerny) służy zasadniczo do transportu urobionej przez maszynę urabiającą (kombajn lub strug) kopaliny w ścianie. Ścianowy przenośnik zgrzeblowy spełnia także dodatkowe ważne funkcje:

Przenośnik ścianowy jest także swoistym zwornikiem (kręgosłupem) ściany – to po nim porusza się maszyna urabiająca (strug lub kombajn) i do niego przytwierdzona jest obudowa zmechanizowana, a w przypadku kombajnów ścianowych prowadzone są przewody i węże zasilające kombajn,

Jest mechanicznym połączeniem sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej pomiędzy sobą (umożliwiając ich przemieszczanie – przesuwanie się)

Trasa przenośnika ścianowego także jako konstrukcja do prowadzenia przez ścianę przewodów elektrycznych i węży hydraulicznych.

Konstrukcja ścianowego przenośnika zgrzeblowego służy często także do mocowania osprzętu dodatkowego (urządzenia łączności, sygnalizacji i wyłączniki awaryjne).

Konstrukcja przenośnika zgrzeblowego powoduje, że struga transportowego materiału zostaje częściowo wyrównana w czasie transportu.

Zmechanizowana obudowa ścianowa – jej podstawową funkcją jest zabezpieczenie przestrzeni roboczej ściany. Realizowane to jest przez podparcie stropu i/lub osłonę przed staczaniem się do przestrzeni roboczej ściany gruzowiska zawałowego. Ponadto obudowa zmechanizowana jest:

Jest podstawą rozporą do przesuwania przenośnika ścianowego,

Siłownik układu przesuwającego służy do przesuwania przenośnika ścianowego,

Siłownik układu przesuwającego służy do przesuwania sekcji obudowy zmechanizowanej w przód,

Jej elementy konstrukcyjne stanowią bazę do mocowania dodatkowych elementów wykonawczych – siłowników (do korygowania lub stabilizacji elementów wyposażenia ściany).

Stanowi podstawę do montażu innych elementów wyposażenia ściany, a w tym

Węży hydraulicznych

Przewodów elektrycznych

Elementów układów sterowania (w tym obudową), łączności i sygnalizacji.

Zgrzeblowy przenośnik podścianowy z kruszarką służy przeładowania urobku z przenośnika ścianowego na urządzenia transportu dalekiego – przenośników taśmowych. W tym celu struga transportowanego urobku jest wyrównywana, a ponadwymiarowe (dla przenośnika taśmowego) bryły urobku są kruszone w kruszarce kęsów na mniejsze. W ścianach wysokich stosuje się niekiedy dodatkowe kruszarki na napędzie głównym przenośnika ścianowego lub kombajnie ścianowym celem wyeliminowania zatorów na przenośniku ścianowym. Inne agregaty jak: hydrauliczny agregat pompowy zasilający obudowę zmechanizowaną, zestaw urządzeń elektrycznych zasilających i sterujących pracą urządzeń ściany i inne agregaty pomocnicze zapewniają zasilanie w energię i media będące warunkiem poprawnej pracy całości.

Złożoność struktury technicznej kombajnowego kompleksu ścianowego rozumianego jako w pełni zautomatyzowany system techniczny powoduje, że najbardziej ogólnym miernikiem rzeczywistej jego sprawności jest wielkość wydobycia w jednostce czasu. Najbardziej uniwersalnym miernikiem jest wydobycie dobowe (Mg/d), ale stosuje się także jako miernik wydobycie godzinowe i zmianowe. Ten ostatni parametr, ze względu na różny czas trwania zmian roboczych, nie nadaje się do uniwersalnych porównań czy analiz.

Wykorzystanie potencjału technicznego kompleksowo zmechanizowanej ściany wydobywczej.

Rzeczywista wielkość wydobycia w czasie jest jednak w istocie tylko iloczynem dwóch innych parametrów: efektywnego czasu pracy maszyny podstawowej (w przypadku kompleksowo zmechanizowanych systemów ścianowych takim parametrem jest czas efektywny czas pracy kombajnu ścianowego lub struga w czasie „kalendarzowym” będącym podstawą rozliczeń oraz faktycznej (rzeczywista) uśrednionej chwilowej wydajności sprzętu wchodzącego w skład systemu wydobywczego ściany:

$$W_T = T_E \times P_{Rz}$$

gdzie:

$W_T$  – wielkość wydobycia w jednostce czasu

$T_E$  - efektywny czas pracy technicznego systemu wydobywczego (np. godzina (h), doba (d), rok (y)) w czasie kalendarzowym.

$P_{Rz}$  - rzeczywista średnia wydajność wykorzystania potencjału technicznego systemu wydobywczego.

Wskaźnik  $W_T$  jako wskaźnik o najbardziej ogólnej postaci pozwala porównywać wydobycie uzyskiwane w różnych rodzajach procesów wydobywczych realizowanych za pomocą różnych systemów wydobywczych (od tradycyjnych – ręcznych poprzez częściowo zmechanizowane po kompleksowo zmechanizowane z pracą w systemach pracy ciągłej lub przerywanej).

Dla ścianowych kompleksów wydobywczych z kombajnami frezującymi miarą stopnia wykorzystania potencjału technicznego maszyny urabiającej są m.in.:

faktycznie realizowany zabiór kombajnu (stosunek rzeczywistego do katalogowego zabioru),

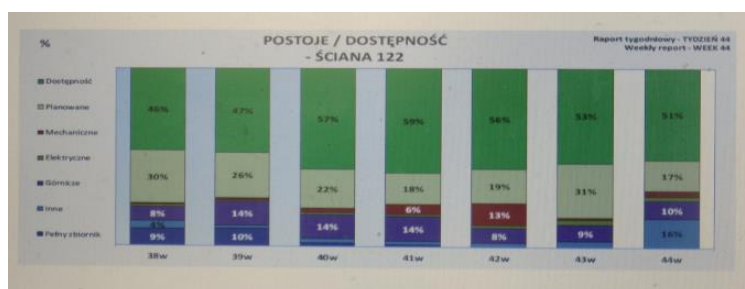
uzyskana średnia prędkość posuwu kombajnu w stosunku do nominalnej prędkości maksymalnej.

Wymienione elementy praktycznie powodują najczęściej zmniejszenie rzeczywistej chwilowej wydajności kompleksu ścianowego w stosunku do jego wydajności nominalnej.

Efektywny czas pracy to czas pracy kombajnu ścianowego z urabianiem calizny, który wskutek wystąpienia różnych przyczyn jest niemal zawsze mniejszy od czasu „kalendarzowego” (godzina, zmiana, doba, tydzień, miesiąc, rok).

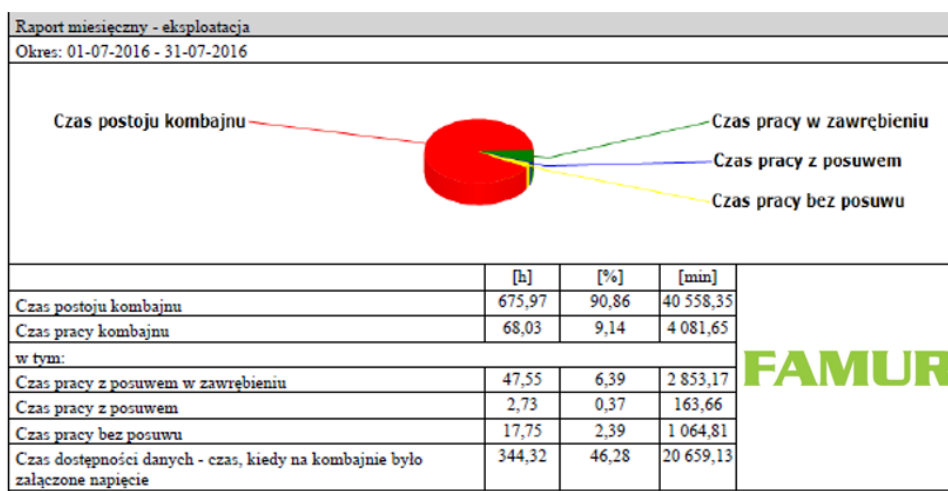
Pomiar efektywności wykorzystania czasu „kalendarzowego” jest raportowany w wielu różnych formułach celem oceny i podniesienia sprawności – wydajności procesu wybierkowego w kompleksowo zmechanizowanych ścianach węglowych.

W jednej z polskich kopalni raportuje się wykorzystanie czasu dobowego ściany ze wskazaniem generalnych źródeł (przyczyn) strat. (rys. 3.).



Rys.3. Przykładowy tygodniowy raport wykorzystania czasu w jednej z polskich kopalni (raport opracowany przez przedsiębiorcę). [zdjęcie autor]

Dostawcy wyposażenia ścian także dostarczają także raporty o wykorzystaniu czasu pracy, zwłaszcza kombajnów ścianowych (rys.4.).



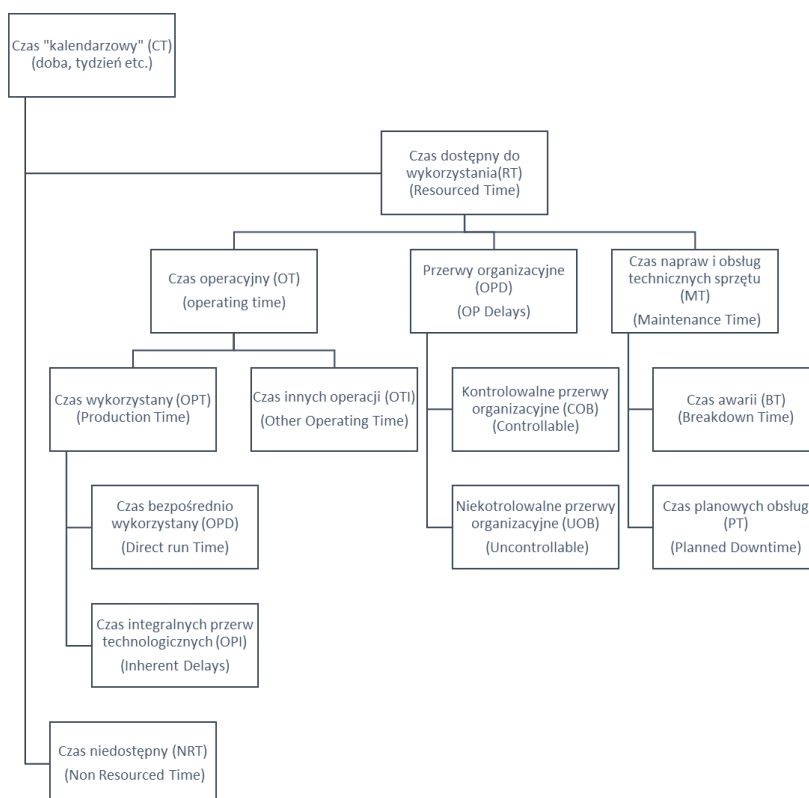
Rys. 4. Przykładowy raport z wykorzystania czasu pracy kombajnu ścianowego opracowywany przez dostawcę kombajnu ścianowego.

Fig.4. Longwall shearer calendar time use in one's of Shearers manufacturer.

Inaczej niż w początkach kompleksowej mechanizacji ścian w polskim górnictwie węglowym analizie czasu pracy ścian (a zwłaszcza kombajnów ścianowych) obecnie nie poświęca się dostatecznej uwagi, a jest to źródło istotnych rezerw wydajności.

Przyczyny skracania efektywnego czasu pracy maszyn urabiających w kompleksowo zmechanizowanych ścianach wydobywczych.

Analizując czynniki powodujące skracanie czasu efektywnej pracy kombajnu ścianowego posłużono się strukturą czasu „kalendarzowego” stosowanego m.in. w podziemnym górnictwie węglowym Australii stosowanego do doskonalenia procesów wybierkowych i robót przygotowawczych, wykonywanych kompleksowymi systemami technicznymi (ściana, chodnik drążony przez bolter miner) [15] (rys.5.).



Rys. 5. Struktura strat czasu pracy kompleksu ścianowego (kombajnu) w czasie kalendarzowym [wg.15]

Fig. 5. Sources of efficient shearer's working time loses in calendar time.

Istotą analizy jest poszukiwanie strat czasu wynikających z różnych przyczyn i wskazywanie kierunków poprawy stopnia wykorzystania urządzeń w czasie bieżącym („kalendarzowym”). W obiegowym ujęciu główną przyczyną skracania efektywnego (z urabianiem) czasu pracy kompleksu ścianowego są awarie. W przedstawionej strukturze czasu kalendarzowego (np. dobowego) wskazywane są trzy podstawowe grupy czyli: czas operacyjny, czas przerw organizacyjnych oraz czas napraw i obsługa technicznych urządzeń. Zwraca jednak uwagę, że czas pracy z urabianiem (czas efektywny czyli OPD - czas bezpośrednio wykorzystany) stanowi tylko część czasu operacyjnego (OT), a w czasie wykorzystanym (OPT) występuje nieefektywny, choć niezbędny czas integralnych przerw technologicznych (OPI). W tabeli 1 pokazano przykład interpretacji struktury czasu kalendarzowego dla zmechanizowanego kompleksu ścianowego.

Tab. 1. Struktura i przykłady czasów w czasie kalendarzowym zmechanizowanego kompleksu ścianowego.

Tab. 1. Structure of time parts for fully mechanized longwall complex calendar time.

CZAS „KALENDARZOWY” (np. doba, miesiąc, rok, etc.)	Czas niedostępny – czas wolny od pracy, brak obsady, strzelanie centralne				
	CZAS DOSTĘPNY DO WYKORZYSTANIA	CZAS NAPRAW I OBSŁUG TECHNICZNYCH SPRZĘTU	CZAS AWARII		awarie
			CZAS PLANOWANYCH OBSŁUG MASZYN I URZĄDZEŃ		Przeglądy i obowiązkowe kontrole wymagające wyłączenia z ruchu
		PRZERWY ORGANIZACYJNE	NIEKONTROLOWANE PRZERWY ORGANIZACYJNE		Np. postoje wynikające z nieplanowanych braków materiałów lub obsady, brak odbioru urobku.
			KONTROLOWANE PRZERWY ORGANIZACYJNE		Np. wyczekiwanie po lokalnych robotach strzałowych.
	CZAS OPERACYJNY	CZAS INNYCH OPERACJI		Roboty strzałowe w ścianie, wypuszczanie taśmy z przenośnika	
		CZAS WYKORZYSTANY	CZAS INTEGRALNYCH PRZERW TECHNOLOGICZNYCH	Przekładki napędów, wymiana noży	
CZAS BEZPOŚREDNIO WYKORZYSTANY			<b>Urabianie kombajnem</b>		

Analiza czasu pracy ścian wydobywczych wyposażonych w system monitoringu i diagnostyki E-kopalnia produkcji FAMUR S.A. wskazuje, że efektywny czas pracy kombajnów ścianowych często nieznacznie przekracza zaledwie 15% czasu kalendarzowego - doby (1440min.) czyli ok. 240 min. Prowadzone analizy danych wskazują na istotny problem związany ze stratami czasu na przekładki napędów stanowiące integralne przerwy technologiczne. Na podstawie przeprowadzonych wywiadów i analizy danych z systemów monitoringu procesów i pracy urządzeń bardzo duży udział w zmniejszaniu czasu operacyjnego mają także przerwy organizacyjne (np. postoje odstawy wynikające z braku konserwacji i niewłaściwej obsługi). Należy także zaznaczyć, że wyłączenia energii elektrycznej wskutek zadziałania systemu bezpieczeństwa w postaci gazometrii automatycznej, choć konieczne ze względów bezpieczeństwa także, z punktu widzenia ograniczania czasu operacyjnego, w tym czasu bezpośrednio wykorzystanego są przerwami o charakterze organizacyjnych. Stosowanie często w polskim górnictwie węglowym w ścianach z dużym zagrożeniem metanowym interwały czasowe w postaci naprzemiennego występowania zmian obłożonych i nieobłożonych do wydobycia także obniża czas dostępny, a w konsekwencji czas operacyjny, a w tym bezpośrednio wykorzystany.

#### Podsumowanie i wnioski:

W określonym systemie technicznym jaki systemie technicznym jakim jest zmechanizowany kompleks ścianowy z kombajnem jako maszyną urabiającą występują czynniki powodujące zmniejszenie stopnia wykorzystania czasu „kalendarzowego” wynikające z:

- Warunków realizacji procesu wybiórkowego, w tym górniczo-geologicznych oraz zagrożeń ,
- Technicznych i technologicznych rozwiązań realizacji tego procesu wybiórkowego,
- Stanu technicznego innych systemów technicznych kopalni,
- Organizacji i zarządzania procesem.

Czas kalendarzowy (np. dobowy) kompleksu ścianowego należy podzielić na dwa w

Pożądany - czas efektywny (z urabianiem), którego udział w czasie kalendarzowym (np. dobowym) powinien być maksymalizowany.

Niepożądany czas nieefektywny (czyli czas bez urabiania), którego udział w czasie kalendarzowym należy minimalizować.

Poszukiwanie rozwiązań zwiększających udział czasu efektywnego urabiania powinno być w sposób generalny na skracanie czasu nieefektywnego przez eliminację zbędnych strat czasu i skracanie do uzasadnionego minimum czasów trwania niezbędnych, choć wyłączających urabianie uzasadnionych strat czasu. Jako przykład można wskazać przenoszenie na czas niedostępny dla urabiania (np. dni wolne od pracy, zmiany nieobłożone) czynności związane z planowanymi obsługami technicznymi lub innych operacji. Integracja różnych działań wykluczających urabianie w tym samym czasie z zachowaniem bezpieczeństwa. W zakresie konstrukcji urządzeń ściany istotne jest dążenie do zwiększania niezawodności i skracania niezbędnego czasu i częstotliwości koniecznych czynności obsługowych (maintenance). Podnoszone często zagadnienie niezawodności urządzeń ściany wymaga wskazania, że niezawodność określa się zawsze dla określonych warunków, w tym prawidłowego użytkowania. Jednym z obszarów eliminowania awarii jest dobre wyszkolenia obsługujących pracowników, a skracanie czasu ich trwania zależy od jakości diagnostyki, kwalifikacji pracowników i dostępności części zamiennych. Z tego powodu istotne staje się zbliżających się niesprawności i zastąpienie czasu usuwania awarii wyprzedzającą obsługą techniczną w czasie niedostępnym dla urabiania (np. w dni wolne, na zmianach nieobłożonych etc.) czyli tzw. predictive maintenance.

Istotnym elementem wpływającym na udział czasu efektywnego w czasie kalendarzowym mają stosowane rozwiązania w obszarze techniki i technologii górniczych, które wpływają na występowanie strat czasu efektywnego na inne operacje i niezbędne przerwy technologiczne. Jako postulat należy wskazać poszukiwanie wszelkich rozwiązań eliminujące straty czasu – niepożądanego czasu nieefektywnego w obszarze techniki, technologii górniczej organizacji robot i konstrukcji urządzeń, zwłaszcza, że występują, m.in. ze względu na warunki górniczo-geologiczne, także ograniczenia stopnia wykorzystania potencjału systemu technicznego ściany (np. ograniczenia prędkości urabiania ze względu na zagrożenie metanowe).

#### Literatura:

- BHP Billiton Annual Report 2014.
- Bogacz P., Migza M. 2016: Zastosowanie Lean Six Sigma w doskonaleniu procesów produkcyjnych w przemyśle wydobywczym. *Inżynieria Górnicza* nr 4.
- Callow D.J. 2006 : The impact of mining conditions on mechanized mining efficiency. *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy* vol. 106 December 2006.
- Chadha R. 2014: Mine improves operation through OEE and waterfall analysis. Strona internetowa: [www.quality progress. Com](http://www.quality progress. Com) (aktualizacja 20.05.20170).
- Dauber C., Bendrat M. 2014: Key performance indicator – a tool to asses ICT applications in underground coal mines. *The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2014 SOMP Annual Meeting*.
- Dubiński J., Turek M. 2014: Wzrost produktywności i bezpieczeństwa pracy w kopalniach szansą na funkcjonowanie i rozwój górnictwa węgla kamiennego w Polsce. *Przegląd Górniczy* 4/2014. Katowice
- Durlik I. 1996: *Inżynieria zarządzania : strategia i projektowanie systemów produkcyjnych. Cz. 1 - Strategie organizacji i zarządzania produkcją*. Placet, Warszawa.
- Grycuk A 2010. Kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) jako narzędzie doskonalenia efektywności operacyjnej firm produkcyjnych zorientowanych na lean. „Przegląd Organizacji” nr 2.
- Jonek-Kowalska I., Tchórzewski I. 2016: Wskaźniki efektywności wykorzystania maszyn i urządzeń w górnictwie węgla kamiennego – krytyczne podejście do unifikacji i normalizacji. *Inżynieria Górnicza* nr 4/2016.
- Korski J. 2011: Lean Management w przedsiębiorstwie górniczym. *Wiadomości Górnicze* nr 1.
- Korski J. 2016: Czas jako zasób a efektywność wydobywania węgla kamiennego. *Przegląd Górniczy* nr 8.
- Korski J. 2017: Czy podejście procesowe może podnieść efektywność polskiego górnictwa węgla kamiennego?. *Materiały konferencyjne XXVI Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Kraków 22-24.02*.
- Korski J., Korski W. 2015: Underground mine as a system of processes. *Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering* nr 2.
- Korski J., Tobór-Osadnik K., Wyganowska M.: Mining machines effectiveness and OEE Indicator. W: *The role of Polish coal in the national and European energy sector, 19-21 June 2017, Andrychów, Poland. Bristol : Institute of Physics, 2017*.
- Korski J.: Zastosowanie kombajnów typu Bolter Miner w warunkach polskich kopalń - uwarunkowania i ograniczenia. W: *Praca Zbiorowa [Kozieł A., Prostański D.- red.] (2018): Innowacyjne techniki i technologie – Bezpieczeństwo – Efektywność – Niezawodność. (Monografia nr 2/119). Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice*.



- Kozdrój M.: Organizacja i podstawy automatyzacji zarządzania w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1972.
- Matuszewski J., Masarczyk J. 1976: Metody usprawniania organizacji produkcji w ścianach węglowych. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice.
- Przybyła H., Chmiela A. 2007: Organizacja i ekonomika w projektowaniu wybierania węgla. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Zajac E.: Organizacja produkcji w kopalni węgla kamiennego. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.