

40

METODA 5 WHY JAKO ELEMENT ZARZĄDZANIA EKSPLOATACJĄ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO – PRÓBA IMPLEMENTACJI

40.1 WSTĘP

Jednym z najważniejszych elementów wpływających na efektywność procesu wydobywczego jest dostępność i niezawodność środków technicznych biorących udział w tym procesie.

Dostępność, czyli czas zdatności do pracy maszyn i urządzeń biorących udział w procesie wydobywczym jest ograniczona przez wiele elementów, które można sklasyfikować w dwóch głównym grupach: przestoje spowodowane czynnikami zewnętrznymi oraz przestoje spowodowane czynnikami wewnętrznymi. Zewnętrzne czynniki przestojów nie zależą od stanu technicznego ani od sposobu eksploatacji urządzeń. Do czynników zewnętrznych w przypadku procesu wydobywczego zalicza się:

- przestoje spowodowane warunkami geologiczno-górnictwymi (ruchy górotworu, zwiększenie stężenia metanu);
- braki w dostawach niezbędnych mediów (wody, energii elektrycznej, łączności).

Czynniki wewnętrzne przestojów zależą od sposobu eksploatacji i stanu technicznego urządzeń, zalicza się do nich przede wszystkim:

- przestoje spowodowane awariami,
- przeglądy,
- remonty,
- czas potrzebny na uruchomienie urządzenia,
- czas przebrojeń,
- czas regulacji.

Czas niewykorzystany (czas, w którym maszyna nie pracuje mimo, że jest sprawna) zależny jest od procesu planowania i organizacji produkcji i nie zaliczany jest do czynników zewnętrznych i wewnętrznych, ponieważ w tym czasie obiekt jest dostępny do pracy. W procesie wydobywczym nie można przewidzieć ilości, długości i czasu wystąpienia czynników zewnętrznych, choć prawdopodobieństwo wystąpienia niektórych z nich można minimalizować. Czynniki wewnętrzne można podzielić na planowane i nieplanowane (nagłe). Do elementów, które można zaplanować zalicza się

przestoje spowodowane przeglądami, remontami i przezbrajaniem. Elementy nieplanowane to przede wszystkim przestoje spowodowane wystąpieniem awarii wraz z procesem ich usuwania. Prawdopodobieństwo występowania przestoi spowodowanych awariami można minimalizować poprzez wdrażanie zaawansowanych strategii utrzymania ruchu, do których możemy zaliczyć prewencyjne utrzymanie ruchu opartego na przeglądach i remontach zapobiegawczych lub predykcyjne utrzymanie ruchu oparte na monitorowaniu stanu technicznego środków technicznych [4]. Nawet najbardziej zaawansowane organizacyjnie i techniczne działania prewencyjne nie są w stanie zminimalizować do zera prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Wystąpienie awarii generuje postój, którego długość trwania jest bardzo trudna do oszacowania. Postój spowodowany awarią może składać się z bardzo wielu elementów (rys. 40.1).



Rys. 40.1 Czas w procesie usuwania awarii

Źródło: [6] na podstawie [8]

Na długość postoju spowodowanego awarią mogą składać się elementy, których czas trwania zależy od organizacji i zarządzania utrzymaniem ruchu (zwłoka administracyjna, czas oczekiwania na personel i części zamienne), czyli tzw. zdolność wsparcia oraz od łatwości utrzymania, czyli łatwości (np. pracochłonność) z jaką można przywrócić dany obiekt do stanu zdatności. Łatwość utrzymania zależy przede wszystkim od kwalifikacji i kompetencji pracowników, konstrukcji obiektu, jego stanu technicznego oraz jego umiejscowienia.

W przypadku procesu wydobywczego najważniejszymi obiektami technicznymi biorącymi udział w tym procesie są: kombajn górniczy lub strug (w przypadku niskich pokładów) kruszarka, przenośnik zgrzeblowy, przenośnik taśmowy oraz obudowa zmechanizowana. Elementy te tworzą tak zwany ciąg wydobywczy. Poszczególne składniki ciągu wydobywczego pracują w układzie szeregowym, co oznacza, że postój jednego z obiektów oznacza zatrzymanie całego procesu wydobywczego. W takim

przypadku niezmiernie ważne jest utrzymywanie w zdatności eksploatacyjnej każdego elementu układu [7]. Z uwagi na bardzo specyficzne warunki pracy maszyn i urządzeń stosowanych w górnictwie węglowym, istotny jest także sposób ich doboru, uwzględniający zmieniające się w trakcie pracy warunki. Prawidłowy dobór maszyn i urządzeń biorących udział w procesie wydobywczym wpływa na zwiększenie ich trwałości i niezawodności [1, 2].

W artykule zaproponowano zastosowanie prostych narzędzi zarządzania jakością w celu zmniejszenia czasu usuwania awarii, przede wszystkim w aspekcie organizacji utrzymania ruchu.

40.2 AWARIE CIĄGU WYDOBYWCZEGO

40.2.1 Podział awarii

Awarie występujące w ciągu wydobywczym dotyczą przede wszystkim: kombajnu lub urządzenia strugowego, przenośnika zgrzeblowego i kruszarki, taśmowego przenośnika ścianowego oraz obudowy zmechanizowanej. Awarie tych urządzeń można przypisać do trzech kategorii [10]:

- awaria mechaniczna,
- awaria elektryczna,
- awaria górnicza.

Awarie mechaniczne spowodowane są uszkodzeniami elementów mechanicznych i hydraulicznych maszyn i urządzeń, np. sprzęgieł, przewodów, silników, pasów przenośników, obudów, siłowników itp. Do ich usuwania niezbędni są ślusarze, hydraulicy i mechanicy. Awarie elektryczne dotyczą uszkodzeń urządzeń odpowiedzialnych za zasilanie, sterowanie oraz przekazywania informacji, możemy do nich zaliczyć: przebicia, przepalenia, uszkodzenia styczników, uszkodzenia czujników oraz uszkodzenia sieci i przewodów elektro-energetycznych. Za usuwanie tych awarii odpowiedzialni są elektrycy. Awarie górnicze to przede wszystkim awarie, których przyczyną są warunki geologiczno-górniczne, ruchy górotworu, np. wszelkiego rodzaju zatary. Należy zaznaczyć, że interwencje elektryków niezbędne są nie tylko w przypadku usuwania awarii elektrycznych, w przypadku innych rodzajów awarii – konieczne jest także, np. odłączenie zasilania czy odłączenie uszkodzonego urządzenia od sieci.

40.2.2 Usuwania awarii

Proces usuwania awarii w kopalni węgla kamiennego jest bardzo złożony. Głównymi powodami specyfiki tego procesu są przede wszystkim:

- występowanie bardzo dużych zagrożeń dla zdrowia i życia ludzi pracujących pod ziemią, a co za tym idzie bardzo duże wymagania w zakresie bezpieczeństwa pracy,
- ograniczenie kubatury miejsc, w których może wystąpić awaria, a przez to zminimalizowanie liczby osób usuwających awarię i trudne warunki ich pracy,
- duże odległości jakie nierzadko muszą pokonywać pracownicy wraz z niezbędnym wyposażeniem aby dotrzeć w rejon awarii.

Najważniejszymi celami procesu usuwania awarii powinny być przede wszystkim: zapewnienie bezpieczeństwa osób przebywających w rejonie wystąpienia awarii oraz pracowników usuwających awarię, skuteczne przywrócenie środka technicznego do sprawności oraz zapewnienie jego bezpiecznej pracy, skrócenie do minimum przestoju spowodowanego awarią, ze względu na straty finansowe spowodowane brakiem wydobywania. W przypadku dłuższych przestoi konieczne jest także dodatkowe zabezpieczenie wyrobiska, co dodatkowo podnosi koszty związane z awarią.

Mając na względzie wszystkie wymienione powyżej aspekty, najważniejszym elementem procesu usuwania awarii jest przepływ i jakość informacji przekazywanych pomiędzy pracownikami, dozorem, dyspozytorami, kierownictwem oraz w przypadku maszyn nie będących własnością kopalni – serwisem zewnętrznym. Efektywny i skuteczny przepływ informacji decyduje o trafności diagnostyki, poznaniu źródłowej przyczyny awarii oraz szybkości jej usunięcia przy minimalnych nakładzie środków i czasu. Ma to szczególne znaczenie w przypadkach, gdy dotarcie do miejsca wystąpienia awarii zajmuje kilkadziesiąt minut, a brak potrzebnego narzędzia bądź części wydłuża przestój o kolejne godziny.

Kolejnym ważnym elementem mającym wpływ na skrócenie czasu przestojów jest gospodarka częściami zamiennymi i materiałami eksploatacyjnymi. Prawidłowe zarządzanie zapasami powinno być optymalnym wyborem pomiędzy dostępnością części, a kosztami z tym związanymi [9] jakie musi ponosić kopalnia.

40.3 PROPOZYCJA NARZEDZIA

W myśl koncepcji Kaizen stanowiącej znaczący element zarządzania jakością w organizacji [5] i będącej częścią filozofii ciągłego doskonalenia zbliżania się do doskonałości należy dokonywać metodą „małych kroków”, czyli niewielkich zmian w procesie, które w dłuższym okresie czasu dają w sumie znaczące korzyści dla przedsiębiorstwa [3].

Autor podjął próbę opracowania narzędzia do analizy procesu usuwania awarii. Celem stosowania tego narzędzia jest wprowadzenie ujednoliconej metodyki identyfikacji zakłóceń występujących w procesie usuwania awarii oraz opracowanie działań doskonalących. Wprowadzone działania powinny poprawić efektywność procesu usuwania awarii i skrócić czas przestojów maszyn i urządzeń biorących udział w procesie wydobywczym.

40.3.1 Koncepcja

Podstawowym elementem narzędzia jest arkusz kontrolny awarii, który wypełniany jest przez osobę odpowiedzialną za proces usuwania awarii i biorącą udział w bezpośrednim nadzorowaniu i koordynacji działań. Najważniejszymi elementami arkusza jest metryczka, czyli dane o awarii oraz część dotycząca oceny wykonywanych działań. Ocenie podlegają następujące obszary:

- przepływ informacji,
- dostępność części zamiennych, narzędzi,

- dostępność pracowników,
- dostępność materiałów eksploatacyjnych.

Pracownik wypełnia wszystkie elementy metryczki czyli swoje nazwisko, rejon ścianowy, urządzenie, które uległo awarii, datę wystąpienia awarii, czas rozpoczęcia i zakończenia przestoju, czas trwania przestoju oraz krótki opis awarii. Następnie ocenia poszczególne obszary. Ocena ma dwa stopnie pozytywną „+” i negatywną „-”. Jeżeli w danym obszarze pracownik nie ma uwag zaznacza pole „+” i na tym kończy ocenę. Jeżeli w jakimś obszarze ocena nie jest pozytywna zaznaczane jest pole „-”. W takim przypadku rozpoczyna się analiza tego obszaru za pomocą narzędzia 5WHY.

Narzędzie 5WHY stosowane powszechnie w przemyśle motoryzacyjnym polega na zadawaniu pytań „dlaczego?” do momentu uzyskania satysfakcjonującej odpowiedzi czyli poznania źródła problemu [11].

W przykładzie znajdującym się na rysunku 40.2 rozpatrywano awarię silnika napędu przenośnika taśmowego. Szytgar wypełniający arkusz zwrócił uwagę na niesatysfakcjonujący czas oczekiwania na sprawny silnik. Przeprowadzona analiza wykazała dwie źródłowe przyczyny: niewyraźne oznaczenie części w magazynie i brak na placu magazynowym osoby z odpowiednimi kompetencjami w celu pomocy w wyszukaniu odpowiedniej części. Jako główny problem możliwy do rozwiązania wybrano pierwszą przyczynę i w tym przypadku analizę kończy oznaczenie „-”.

wypełnił:	Jan Kowalski	opis awarii:	czynności naprawcze:
rejon ścianowy:	450	nie działa silnik napędu	wymiana spalonego silnika
urządzenie:	przenośnik taśmowy		
data:	13.05.2015		
początek:	7:05		
koniec:	18:25		
czas trwania [min.]:	680		

Przepływ informacji		Dostępność części		Dostępność pracowników		Dostępność narzędzi		Dostępność materiałów	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
+			długi czas oczekiwania na silnik	+		+		+	

koniec

dlaczego?

↓

koniec

koniec

koniec

trudność w znalezieniu silnika na placu

dlaczego?

↓

↓

nieczytelne i niejednoznaczne oznaczenia	brak kompetentnej osoby
--	-------------------------

koniec

↓

↓

-	+
---	---

Rys. 40.2 Przykład wypełnienia arkusza kontrolnego awarii

Następnie dla zidentyfikowanej źródłowej przyczyny problemu wypełnia się arkusz działań doskonalących przedstawiony na rysunku 40.3.

opracował:	1. 2. 3.	opis problemu:
zatwierdził:		nieczytelne i niejednoznaczne oznaczenie części zamiennych
data:		

Zaproponowane działania doskonalące		Ocena (1-5)		SUMA	Rekomendacja
		koszt	skuteczność		
1.	Wprowadzenie kodów kreskowych i wyposażenie magazynów w czytniki	2	3	6	–
2.	Wprowadzenie odpornych na warunki atmosferyczne tabliczek z ujednoliconym oznaczeniami	5	5	25	+
3.	Implementacja technologii RFID	1	3	3	–

Rys. 40.3 Arkusz działań doskonalących

Wybrane, zainteresowane osoby z dozoru kopalni wykorzystując także doświadczenie pracowników niższego szczebla przygotowują arkusz działań doskonalących. Wpisują do arkusza zaproponowane działania doskonalące. Każde rozwiązanie problemu zostaje ocenione szacunkowo na podstawie wiedzy, dokumentacji zakładowej i firm kooperujących w pięciostopniowej skali od 1 do 5, gdzie 5 oznacza poziom najlepszy, a 1 najgorszy. Wynik całkowity jest iloczynem oceny kosztów wdrożenia rozwiązania i skuteczności. Wybrane zostaje rozwiązanie z największym wynikiem całkowitym i oznaczone jako „+”. Najlepsze rozwiązanie zostaje rekomendowane do wdrożenia w kopalni.

40.4 PODSUMOWANIE

Mając na uwadze specyfikę przemysłu wydobywczego oraz czerpiąc z doświadczeń inżynierii jakości opracowano systemowe rozwiązanie pomocne przy analizie i poprawie efektywności procesu usuwania awarii w kopalni węgla kamiennego. Zaproponowane narzędzie opiera się na metodologii stosowania drobnych, niskokosztowych usprawnień. Jego głównym elementem jest prosty arkusz kontrolny oraz narzędzie zarządzania jakością 5WHY.

Narzędzie jest proste w przekazie, łatwe do wypełnienia i interpretacji. Efekty zastosowania arkusza kontrolnego awarii oraz powiązanego z nim arkusza działań doskonalących może przyczynić się do usprawnienia procesu usuwania awarii, a dzięki temu skrócenie czasu przestojów angażując przy tym minimalne zasoby kopalni.

Analiza powinna wskazać jakie należy podjąć sposoby i środki, a także działania zapobiegawcze, aby zdecydowanie zmniejszyć czas trwania przestojów w kompleksach wydobywczych.

LITERATURA

1. W. Biały, S. Czerwiński, Analiza pracy maszyny urabiającej w wyrobisku ścianowym, *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*, no 4(482), pp. 5-14, 2011.
2. W. Biały, New devices used in determining and assessing mechanical characteristics of coal, 13th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining, SGEM2013 Conference Proceedings, Bulgaria, June 16-22, vol. 1, pp. 547-554, 2013, DOI: 10.5593/sgem2013.
3. P. Hąbek, R. Wolniak, Narzędzia jakości i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle, in: *Zarządzanie innowacjami w produkcji i usługach*, Kaźmierczak J., Bartnicka J. (eds.), pp. 146-157, 2014.

4. S. Legutko, Development trends in machines operation maintenance, Maintenance and Reliability - Eksploatacja i Niezawodność, no 2, pp. 8-16, 2009.
5. K. Midor, An analysis of the causes of product defects using quality management tools, Management Systems in Production Engineering, no 4(16), pp. 162-167, 2014, DOI: 10.12914/MSPE-04-04-2014
6. K. Midor, B. Szczeńiak, M. Zasadzień, The identification and analysis of problems within a scope of cooperation between traffic maintenance department and production department. Scientific Journals Maritime University of Szczecin, no 24, 2010, s. 48-52
7. Z. Matuszak, Szczególne charakterystyki niezawodnościowe szeregowych systemów mechatronicznych. Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Studia i Materiały, nr 45, 2011, s.176-190.
8. J. Mikler, Dostępność i wykorzystanie urządzeń,
[http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artukul/article/dostepnosc-i-wykorzystanie-uradzen/\[01.03.2015\]](http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artukul/article/dostepnosc-i-wykorzystanie-uradzen/[01.03.2015]).
9. J. Sitko, B. Gajdzik, Charakterystyka funkcjonowania systemu magazynowego w firmie Market S.A., in: Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, Knosala R. (ed.), pp. 503-514, 2013.
10. B. Skotnicka-Zasadzień, Zastosowanie inżynierii jakości i niezawodności do analizy awaryjności obiektów technicznych na przykładzie maszyn i urządzeń górniczych, Wydawnictwo Politechni Śląskiej, Gliwice 2014.
11. M. Zasadzień, E. Kwaśna, An analysis of work of maintenance department employees. Scientific Journals Maritime University of Szczecin, no 32, vol. 1, pp. 131-135, 2012.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2016

dr inż. Michał Zasadzień
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska
e-mail: michal.zasadzien@polsl.pl

METODA 5 WHY JAKO ELEMENT ZARZĄDZANIA EKSPLOATACJĄ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO – PRÓBA IMPLEMENTACJI

Streszczenie: Kopalnie węgla kamiennego w Polsce coraz częściej wdrażają systemy zarządzania jakością, co powoduje, że zobowiązane są do stosowania zasady ciągłego doskonalenia procesów głównych jak i pomocniczych. Ciągłe doskonalenie w organizacji można realizować za pomocą szeregu metod i narzędzi zarządzania jakością, które skutecznie poprawiają efektywność procesów w organizacji. Niemniej jednak w polskich kopalniach węgla kamiennego niezmiernie rzadko wykorzystuje się narzędzia zarządzania jakością. Autor artykułu chce pokazać możliwość zastosowania wybranych metod zarządzania jakością w kopalni węgla kamiennego, które dla tego przedsiębiorstwa są innowacyjne i wprowadzają nową jakość dla realizowanych procesów. Jednym z ważniejszych procesów pomocniczych w kopalni węgla kamiennego jest proces utrzymanie ruchu (UR). Efektywność tego procesu zależy od wielu czynników, takich jak: utrzymywanie w ciągłej gotowości środków technicznych, skuteczne usuwanie awarii oraz skracanie do minimum przestojów spowodowanych awariami. Priorytetem procesu UR w kopalni jest utrzymanie w gotowości produkcyjnej maszyn i urządzeń wchodzących w skład ciągu wydobywczego. Wysoką gotowość można utrzymać między innymi poprzez skrócenie czasu usuwania awarii. Jest to tym ważniejsze, że ciąg wydobywczy jest układem szeregowym wchodzących w jego skład maszyn – awaria jednej z nich uniemożliwia pracę pozostałym. Dlatego też w artykule zostanie zaproponowana implementacja wybranej metody zarządzania jakością dla poprawy efektywności procesu utrzymania ruchu w kopalni węgla kamiennego. Dzięki temu możliwa będzie identyfikacja najważniejszych przyczyn przedłużających się przestojów oraz znalezienie optymalnego rozwiązania tego problemu.

Słowa kluczowe: kopalnia, awaria, przestój, zarządzanie, doskonalenie, utrzymanie ruchu, jakość

THE 5 WHYS METHOD AS AN ELEMENT OF MAINTENANCE MANAGEMENT IN A COAL MINE – AN IMPLEMENTATION ATTEMPT

Abstract: Coal mines in Poland increasingly often introduce quality management systems, which oblige them to adhere to the rules of constant improvement of main and auxiliary processes. Constant improvement in organisation can be achieved through a number of quality management tools and methods, which effectively enhance the efficiency of organisational processes. Nonetheless, quality management tools are massively underused in Polish coal mines. The author of this article would like to present a possibility of applying select quality management methods in a coal mine, which would be innovative for the company and introduce a new quality to the processes conducted. One of the more important auxiliary processes in a coal mine is the maintenance process. The effectiveness of this process depends on a number of factors, such as: keeping technical assets in a state of constant readiness, efficient failure elimination, and reducing the stoppage time due to breakdowns to an absolute minimum. The priority of the maintenance process in a coal mine is to keep in a state of readiness the machinery and equipment involved in the extraction line. A high readiness level can be maintained by, among others, reducing the failure elimination time. This is especially important due to the fact that the extraction line is a chain of machines involved in the process – a failure in one of the machines automatically stops the operation of all the others. That is why this article will present the implementation of a selected quality management method in order to improve the efficiency of the maintenance process in a coal mine. This should make it possible to identify the primary causes of prolonged stoppages and find an optimal solution to the problem.

Key words: mine, failure, downtime, management, improvement, maintenance, quality