

# Ocena ryzyka w procesie produkcyjnym realizowanym w przodku ścianowym kopalń węgla kamiennego\*

Marta Sukiennik, Aneta Napieraj\*\*

**Streszczenie:** W niniejszym artykule zwrócono uwagę na zarządzanie ryzykiem rozumianym jako proces, przedstawiono proces produkcyjny realizowany w przodku ścianowym w kopalniach węgla kamiennego oraz dokonano identyfikacji rodzajów ryzyka mogących wystąpić w tym procesie. Przeprowadzono analizę tego ryzyka oraz wyznaczono jego poziom z wykorzystaniem metody analizy procesu FMEA.

**Słowa kluczowe:** Zarządzanie ryzykiem, proces produkcyjny, FMEA

## 1. Zarządzanie ryzykiem jako proces

Podejmowanie decyzji w każdym przedsiębiorstwie zawsze wiąże się z ryzykiem. Podobnie dzieje się w przemyśle wydobywczym, szczególnie w ostatnim czasie, kiedy doszło w nim do znaczących zmian organizacyjnych. Wynikające z tego problemy wymusiły dokonywanie zmian praktycznie w każdym aspekcie gospodarowania. Brak monitoringu oraz odpowiedniego zarządzania ryzykiem może w konsekwencji prowadzić do zagrożenia poprawności funkcjonowania całego przedsiębiorstwa. W przedsiębiorstwach górniczych, ze względu na skomplikowany układ rozwiązań techniczno-organizacyjnych oraz występowanie specyficznych warunków procesu produkcyjnego, mogą wystąpić wszystkie możliwe zagrożenia.

Ryzyko, jako pojęcie, można kategoryzować. Szeląg wyodrębnia podział wynikający z punktu widzenia przedsiębiorstwa i dzieli ryzyko na pięć podstawowych kategorii (rys. 1).

Niepewność i ryzyko to pojęcia nieodłącznie związane z prowadzeniem działalności przez przedsiębiorstwa. Według Sudoła (2002) te pojęcia są ze sobą ściśle związane, jednak nie tożsame – ryzyko jest rezultatem niepewności lub niepewność jest źródłem ryzyka.

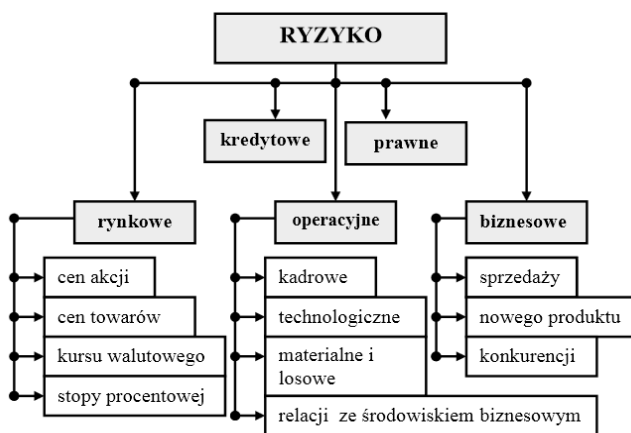
---

\* Artykuł powstał w 2015 roku w ramach badań statutowych zarejestrowanych na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod nr 11.11.100.693.

\*\* dr inż. Marta Sukiennik, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle, Al. Mickiewicza 30, 31-059 Kraków, e-mail: marta.sukiennik@agh.edu.pl; dr inż. Aneta Napieraj, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle, Al. Mickiewicza 30, 31-059 Kraków, e-mail: aneta.napieraj@agh.edu.pl.

Ta niepewność może wynikać z nieprzewidywalności działań ludzkich lub naturalnych sił przyrody. Im dłuższy jest okres, w którym ocenia się szanse powodzenia podejmowanego działania, tym większa występuje niepewność.

Uwzględniając pojęcie ryzyka i niepewności, można zauważyć, że ryzyko jest funkcją (skutkiem, rezultatem, konsekwencją) niepewności, ocena ryzyka jest efektem analizy niepewności, a niepewność jest zjawiskiem niewymiernym, zaś ryzyko jest zjawiskiem mierzalnym (Kaczmarek 2001; Korzeniowski 2002).



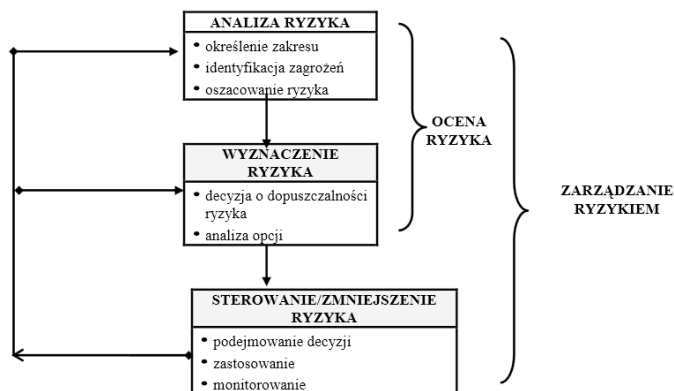
**Rysunek 1.** Rodzaje ryzyka w działalności gospodarczej

Źródło: Nahotko (2001).

Proces zarządzania ryzykiem jest procesem złożonym, ciągłym i wymagającym nieustannego doskonalenia. Aby móc rozpocząć zarządzanie ryzykiem, trzeba precyzyjnie wskazać wszystkie jego źródła, które mogą pojawiać się albo w otoczeniu procesu, albo w samym procesie. W literaturze można znaleźć podstawowe dziedziny ryzyka w środowisku pracy, a są to: przyroda ożywiona, przyroda nieożywiona, a w szczególności klęski żywiołowe i ekologiczne, technologia (jako czynnik awarii i chorób zawodowych), konkurencja, globalizacja, system finansowy, szczególnie jego zmienność i nieprzewidywalność, system prawny charakteryzujący się zmiennością przepisów i ich niedoprecyzowaniem, system społeczny wywołujący napięcia społeczne i nadmierną roszczeniowość, nieefektywne zarządzanie czy niekompetencje kadry specjalistycznej (Gil 2001; Rumel-Syska 1990).

Samo zarządzanie ryzykiem można definiować w szerokim i wąskim znaczeniu. W szerokim znaczeniu jest systemem metod i działań zmierzających do obniżenia stopnia oddziaływania ryzyka na funkcjonowanie podmiotu gospodarczego i do podejmowania w tym celu optymalnych decyzji. W wąskim rozumieniu zarządzanie ryzykiem polega na podejmowaniu działań skierowanych na ograniczenie wpływów zewnętrznych, nieprzewidywalnych czynników na organizację (Nahotko 2001).

Ogólny schemat procesu zarządzania ryzykiem zaprezentowano na rysunku 2.



**Rysunek 2.** Schemat zarządzania ryzykiem

Źródło: *Zarządzanie niezawodnością...* (1999).

Analizując schemat zarządzania ryzykiem, można wyodrębnić fazy tego procesu. Początkowo należy dokonać oceny ryzyka, poprzez jego analizę i wyznaczenie, a następnie zarządzać ryzykiem, z odpowiednim jego sterowaniem, nakreślonym oczywiście w kierunku minimalizacji jego występowania i/lub wartości.

W niniejszym artykule dokonano oceny ryzyka, jakie może wystąpić w procesie produkcyjnym realizowanym w przodku ścianowym w kopalniach węgla kamiennego w Polsce, oraz wyznaczenia jego poziomu z wykorzystaniem analizy procesu FMEA.

Metoda FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) polega na analitycznym ustaleniu związków przyczynowo-skutkowych powstawania potencjalnych wad produktu oraz uwzględnieniu w analizie czynnika krytyczności (ryzyka). Jej celem jest konsekwentne i systematyczne identyfikowanie potencjalnych wad produktu/procesu, a następnie ich eliminowanie lub minimalizowanie ryzyka z nimi związanego ([www.zarz.agh.edu.pl](http://www.zarz.agh.edu.pl)). Wyróżniamy dwa rodzaje analizy FMEA: produktu i procesu. Celem metody FMEA dla procesu jest wskazanie i ocena ryzyka związanego ze słabymi punktami występującymi w czasie planowania produkcji i procesu wytwarzania, co pozwala istotnie zmniejszyć to ryzyko (Bank 2001; Hamrol, Mantura 2002). Efektem metody jest określenie tzw. LPR (Liczby Priorytetowej Ryzyka, z ang. RPN – *risk priority number*), liczoną wg wzoru:

$$LPR = Z \times P \times W,$$

gdzie:

$Z$  – dotkliwość, czynnik określający znaczenie wady dla procesu,

$P$  – występowalność, czynnik określający prawdopodobieństwo wystąpienia wady,

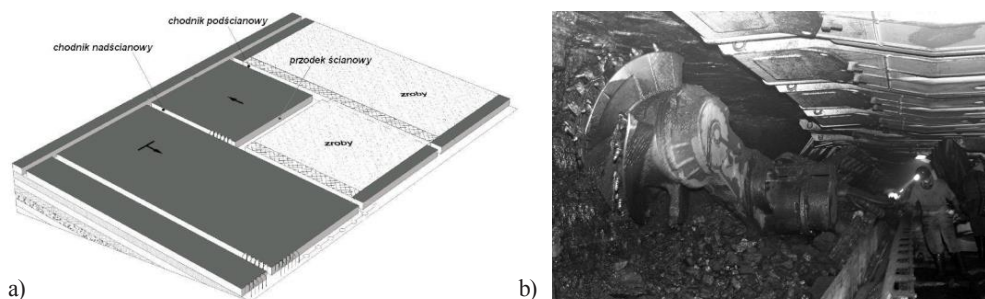
$W$  – wykrywalność, będącą miarą łatwości wykrywania wady (Bank 2001; Hamrol, Mantura 2002).

LPR stanowi zatem iloczyn liczb całkowitych z przedziału (1–10) opisujących:

- dotkliwość wystąpienia potencjalnego niepowodzenia i jego skutków w zakresie: 1 – znikoma, 10 – znaczna,
- prawdopodobieństwo występowalności przyczyny potencjalnego niepowodzenia: 1 – niskie prawdopodobieństwo, 10 – wysokie prawdopodobieństwo,
- metodę prewencji przyczyny potencjalnego niepowodzenia i jest wykrywalność: 1 – łatwo wykrywalna, 10 – trudno wykrywalna.

## 2. Proces produkcyjny realizowany w przodku ścianowym

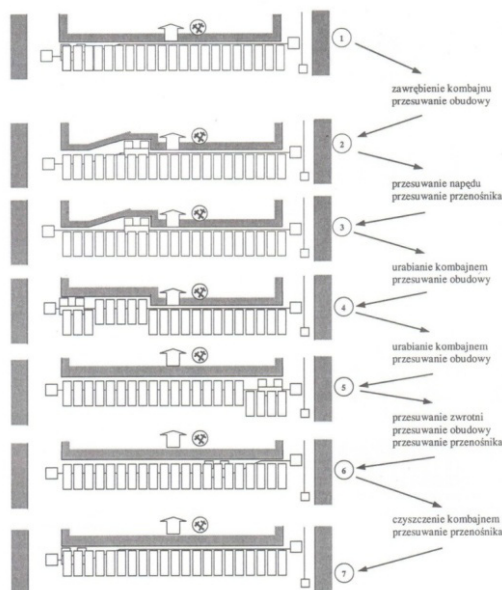
W Polsce złoża węgla kamiennego zalegają na dużych głębokościach pod powierzchnią ziemi. Występują w formie pokładów, czyli warstw zalegających na dużej przestrzeni i ograniczonych od dołu i góry dwiema mniej więcej równoległymi płaszczyznami (Piechota 1996). Aby złożę węgla wydobyć, należy je udostępnić, czyli wykonać wyrobiska udostępniające. Następnie wyznaczone do eksploatacji pole rozcina się chodnikami (nadścianowym i podścianowym), wzdłuż których prowadzona jest eksploatacja (rys. 3).



**Rysunek 3.** a) Schemat rozcięcia złoża w systemie ścianowym, b) przodek ścianowy

Źródło: a) <http://home.agh.edu.pl/~herezy/>; b) [www.kwsa.pl](http://www.kwsa.pl).

W polskim górnictwie węgla kamiennego zdecydowana większość przodków ścianowych prowadzonych jest z zawałem stropu, w których maszyną urabiającą jest kombajn. Najczęściej stosuje się technologię jednokierunkowego urabiania. Cykl produkcyjny obejmuje wówczas dwukrotny przejazd kombajnu wzdłuż ściany (jeden przejazd urabiający, a drugi czyszczący ścieżkę kombajnową) i składa się z następujących czynności: zawrębianie kombajnu, przesuwanie obudowy, przesuwanie napędu, przesuwanie przenośnika, urabianie kombajnem, przesuwanie obudowy, przesuwanie zwrotni, przesuwanie obudowy, przesuwanie przenośnika, czyszczenie kombajnem, przesuwanie przenośnika (rys. 4).



**Rysunek 4.** Przebieg cyklu produkcyjnego realizowanego w przodku ścianowym dla technologii jednokierunkowego urabiania kombajnem

Źródło: Snopkowski (2000).

### Identyfikacja ryzyka w przodku ścianowym

Przebieg procesu produkcyjnego, realizowanego w przodku ścianowym węgla kamiennego, determinowany jest szeregiem czynników. Decyzje podejmowane odnośnie do tego procesu są zatem ściśle związane z warunkami niepewności oraz ryzykiem, które można rozumieć jako skutki tejszej niepewności. Czynniki wpływające na proces wydobywczy można podzielić przede wszystkim na dwie grupy: warunki górniczo-geologiczne (tab. 1) oraz warunki techniczno-organizacyjne (tab. 2). Uwarunkowania geologiczno-górnice stanowią szereg utrudnień w przebiegu procesu produkcyjnego, który jest realizowany w warunkach specyficznych, tj. pod ziemią (Sukiennik 2012). Specyfika uwarunkowań techniczno-organizacyjnych polega m. in. na wykorzystywaniu maszyn i urządzeń współpracujących ze sobą w określony sposób, uzależniony od stosowanej technologii, a także na konieczności uwzględniania w sumarycznym czasie pracy czasu, który jest tracony na dojsie (dojazd) do przodka (Napieraj 2012).

**Tabela 1**

Uwarunkowania górnictwo-geologiczne wpływające na występowanie ryzyka i niepewności w procesie realizowanym w przodkach ścianowych kopalń węgla kamiennego

Czynnik	Opis
Rodzaj stropu i rodzaj spągu	Jest to zagadnienie, które zależy głównie od klasy skał stropowych oraz spągowych, ale także grubości eksploatowanego pokładu i skłonności węgla do samozapalenia się.
Urabialność węgla	Cecha ściśle związana ze zwięzłością węgla. Im wyższy wskaźnik zwięzłości, tym trudniej jest urabiać skałę. Przez urabialność skały rozumie się jej podatność na oddzielenie jej od calizny za pomocą narzędzi, maszyn do urabiania lub materiałów wybuchowych. Urabialność jest związana z twardością i zwięzłością skał, ale także z ciśnieniem górotworu oraz wymiarami poprzecznymi przodka i jego postępowaniem. Wyróżnia się trzy grupy pokładów, w zależności od wartości wskaźnika urabialności, oznaczanego literą <i>f</i> .
Grubość pokładu	Jest to najkrótsza odległość pomiędzy stropem i spągiem. W zależności od grubości złoża przyjmuje się umowny podział pokładów węgla kamiennego na pokłady cienkie i grube.
Nachylenie pokładu	Zaleganie pokładu może być poziome lub pod pewnym kątem nachylenia do płaszczyzny poziomej. Kąt, jaki tworzy płaszczyzna spągu lub stropu pokładu z płaszczyzną poziomą, nazywa się kątem nachylenia pokładu. Z uwagi na wielkość kąta nachylenia, pokłady zalicza się do czterech grup.
Zagrożenia naturalne	Zagrożenia naturalne, w tym związane z wyrzutami skał i gazów, są jednym z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń występujących w górnictwie podziemnym. Ryzyko powstania wyrzutu metanu i skał potęguje się wraz ze wzrostem głębokości. W wyniku schodzenia z eksploatacją na coraz większe głębokości, obserwuje się wzrost metanonośności pokładów, co przy jednoczesnym obniżeniu się przepuszczalności gazowej węgla przyczynia się do wzrostu tego zagrożenia. Czynnikiem decydującym o występowaniu zagrożenia są m.in.: gazonośność złoża (metanonośność), zwięzłość skał, ciśnienie i intensywność desorpcji gazów oraz prowadzenie robót w sąsiedztwie zaburzeń geologicznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Chudek i in. (1979); *Poradnik górnika* (1975); Gabzdyl (1988); Piechota (2008).

W procesie wydobywczym prowadzonym w przodkach ścianowych można także wyodrębnić ryzyko ekonomiczno-finansowe oraz polityczne. Czynniki, które powodują występowanie tego rodzaju ryzyka, to – w przypadku ryzyka ekonomiczno-finansowego – przede wszystkim stopy procentowe, kursy przeliczeniowe walut, poziom inflacji, zmienność cen surowców mineralnych, niepewność popytu, konkurencja na rynku oraz nastroje społeczne. Natomiast na ryzyko polityczne wpływ mają: zmiany przepisów krajowych i lokalnych zarządzeń, takich jak podatki dochodowe, przepisy w zakresie ochrony środowiska, jak również możliwość prywatyzacji (Franik 2009).

Występowanie wymienionych czynników sprawia, że cykl produkcyjny realizowany w przodku ścianowym może być destabilizowany. Badania literaturowe wykazują, że istnieje wiele metod, które określają wpływ wymienionych parametrów na wydajność wyrobiskową i wydobywanie. Metody te wykorzystują m.in. rachunek prawdopodobieństwa, regresji i korelacji (Snopkowski 2000; Magda i in. 2002; Napieraj 2012).

**Tabela 2**

Uwarunkowania techniczno-organizacyjne wpływające na występowanie ryzyka i niepewności w procesie realizowanym w przodkach ścianowych kopalń węgla kamiennego

Czynnik	Opis
Układ mechanizacyjny	Racjonalny dobór układu kombajn–przełożenie–obudowa powoduje zwykle skrócenie czasu trwania czynności cyklu.
Parametry techniczne maszyn	Pomimo tego, że współczesne kombajny wykazują coraz większą prędkość pracy, a co za tym idzie, teoretycznie mogą wykazywać większą wydajność, to rzeczywistą ich wydajność determinują czynniki górniczo-geologiczne, w szczególności stopień urabialności węgla i warunki stropowe.
Awaryjność urządzeń	Można przyjąć, że im dłużej wykorzystywane są maszyny i urządzenia, tym częściej mogą ulegać awariom. Dlatego istotne wydaje się przeprowadzanie terminowych konserwacji oraz szybkich napraw.
Organizacja cyklu produkcyjnego	Składają się na nią: forma organizacji robót, forma organizacji pracy, system pracy oraz wyszkolenie i doświadczenie pracowników – to czynniki, które wydają się być najbardziej przewidywalnymi. Można bowiem odpowiednio wyszkoloną załogę pracowniczą zagospodarować w przodku ścianowym w sposób optymalny.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Wagner, Krzemień (1992); Krzemień (1987).

### 3. Analiza ryzyka procesu produkcyjnego w kopalniach węgla kamiennego

Na podstawie przeprowadzonych analiz cykli produkcyjnych realizowanych w przodkach ścianowych kopalń węgla kamiennego, dokonano oceny ryzyka dla technologii jednokierunkowego urabiania kombajnem za pomocą metody FMEA.

W celu przeprowadzenia analizy FMEA procesu, sporządzono tabelę (tab. 3) zawierającą wykaz potencjalnych niepowodzeń dla poszczególnych czynności w procesie produkcyjnym, określono przewidywane skutki tych zdarzeń, przyczyny występowania niepowodzenia oraz dostępne metody prewencji. Następnie określono dotkliwość  $Z$ , występowalność  $P$  oraz wykrywalność  $W$ . W efekcie obliczono współczynnik  $LPR$  dla każdego etapu.

**Tabela 3**

Analiza FMEA procesu produkcyjnego realizowanego w przodku ścianowym kwk

Etap	Potencjalne niepowodzenie	Skutki	Dotkliwość	Przyczyna	Występowalność	Metoda prewencji	Wykrywalność	LPR
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zawrębiecie kombajnu	brak zawrębiecia	postój ściany	10	awaria maszyny	2	kontrola techniczna	3	60
				brak zasilania	5	nadzór kombajnisty	10	500
				warunki geologiczne	2	dokumentacja geologiczna	7	140
				czynnik ludzki	2	nadzór sztygara/przodowego	2	40

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Przesuwanie obudowy	brak zabezpieczenia stropu – ryzyko obwał	postój ściany	10	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	40
				zasypanie urobkiem	3	kontrola stanu obudowy	8	240
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	60
Przesuwanie napędu	brak całkowitego urobienia ściany (wnęki)	możliwość urabiania tylko jednego cyklu	5	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	20
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	30
Przesuwanie przenośnika	brak całkowitego urobienia ściany (wnęki)	możliwość urabiania tylko jednego cyklu	5	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	20
				czynnik ludzki	2	nadzór sztygara/przodowego	2	20
Urabianie kombajnem	brak urobku	postój ściany	10	awaria maszyny	2	kontrola techniczna	3	60
				brak zasilania	5	nadzór kombajnisty	10	500
				warunki geologiczne	5	dokumentacja geologiczna	9	450
				zasypanie przenośnika	6	nadzór pracowniczy	8	480
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	60
Przesuwanie obudowy	brak zabezpieczenia stropu	postój ściany	10	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	40
				zasypanie urobkiem	3	kontrola stanu obudowy	8	240
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	60
Przesuwanie zwrotni	brak płynności urabiania w następnym cyklu	postój ściany	9	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	36
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	54
Przesuwanie obudowy	brak zabezpieczenia stropu – ryzyko obwał	postój ściany	8	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	32
				zasypanie urobkiem	3	kontrola stanu obudowy	8	192
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	48
Przesuwanie przenośnika	brak płynności urabiania w następnym cyklu	postój ściany	7	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	28
				czynnik ludzki	2	nadzór sztygara/przodowego	2	28
Czyszczenie kombajnem	brak możliwości uruchomienia następnego cyklu	postój ściany	10	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	40
				brak zasilania	5	nadzór kombajnisty	10	500
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	60
Przesuwanie przenośnika	brak możliwości urabiania w następnym cyklu	postój ściany	10	awaria techniczna	2	kontrola techniczna	2	40
				czynnik ludzki	3	nadzór sztygara/przodowego	2	60

Źródło: opracowanie własne.

## Uwagi końcowe

Zgodnie z założeniami metody FMEA, jeżeli wartość LPR jest mniejsza od 100, to przyjmuje się, że dane niepowodzenie nie stanowi znaczącego zagrożenia dla procesu; jest to tzw. próg dopuszczalności. Szczególną uwagę należy zwrócić na niepowodzenia, dla których wartość LPR jest znacznie większa od 100. W przypadku analizowanego procesu są to niepowodzenia powodujące zatrzymanie pracy kombajnu, co powoduje postój ściany. Sytuacje te mają następujące przyczyny: brak zasilania (spowodowany różnego typu awariami czy zagrożeniami naturalnymi, tj. przekroczeniem dozwolonych stężeń gazów, np. metanu), zasypanie urobkiem przenośnika, zasypanie urobkiem obudowy, jak również niekorzystne warunki geologiczne (przerosty, niskie parametry węgla, obwały itp.). Największy wpływ na zakłócenie procesu ma zaistnienie wymienionych niepowodzeń podczas pracy kombajnu,



czyli w czasie wykonywania czynności urabiania, czyszczenia i zawrębiania. Nieco mniejszy wpływ na proces ma zaistnienie tych niepowodzeń podczas wykonywania czynności przesuwania przenośnika czy obudowy. Jako metody prewencji wymieniono (dla niepowodzeń niosących największe ryzyko) nadzór kombajnisty, nadzór pracowniczy, prowadzenie poprawnej dokumentacji geologicznej oraz kontrolę stanu obudowy. Po wykonaniu analizy należy wprowadzić zalecaną prewencję i wyznaczyć termin ponownego obliczenia LPR w celu porównania wyników i podjęcia kroków zmierzających do wyeliminowania lub zminimalizowania wpływu niepowodzeń na proces produkcyjny. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę specyfikę produkcji górniczej, wyeliminowanie ryzyka związanego z wymienionymi niepowodzeniami będzie trudne ze względu na dużą nieprzewidywalność tych zdarzeń.

## Literatura

- Bank J. (2001), *Zarządzanie przez jakość*, Wydawnictwo Gebethner & Ska, Warszawa.
- Chudek M., Wilczyński S., Żyliński R. (1979), *Podstawy górnictwa*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
- Franik T. (2009), *Monitorowanie podstawowych parametrów procesów produkcyjnych w kopalni węgla kamiennego*, w: *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, t. 1, red. Ryszard Knosala, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole.
- Gabzdyl W. (1988), *Geologia węgla*, skrypt uczelniany Politechniki Śląskiej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Gil Z. (2001), *Zarządzanie ryzykiem i antyryzykiem w działalności gospodarczej i społecznej*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Hamrol A., Mantura W. (2002), *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. <http://home.agh.edu.pl/~herezy/Prezentacje/calose%20Indie.pdf> (15.04.2015).
- Kaczmarek T. (2001), *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie eksportującym*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk.
- Korzeniowski L. (2002), *Firma w warunkach ryzyka gospodarczego*, European Association for Security, Kraków.
- Krzemień S. (1987), *Zagrożenia litosferyczne w ujęciu teorii procesów losowych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, „Górnictwo” nr 159, Gliwice.
- Magda R., Woźny T., Kowalczyk B., Głodzik S., Gryglik D. (2002), *Racjonalizacja modelu i wielkości kopalni węgla kamiennego w warunkach gospodarczych początku XXI wieku*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Nahotko S. (2001), *Ryzyko ekonomiczne w działalności gospodarczej*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz.
- Napieraj A. (2012), *Metoda probabilistycznego modelowania czasu trwania czynności cyklu produkcyjnego realizowanego w przodkach ścianowych kopalń węgla kamiennego*, Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Piechota S. (1996), *Podstawy górnictwa kopalni stałych*, Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Piechota S. (2008), *Technika podziemnej eksploatacji złóż i likwidacji kopalni*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Poradnik Górnika* (1975), t. 2., Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
- Rumel-Syska Z. (1990), *Konflikty organizacyjne. Ujęcie mikrospołeczne*, PWN, Warszawa.
- Snopkowski R. (2000), *Metoda identyfikacji rozkładu prawdopodobieństwa wydobywania uzyskiwanego z przodków ścianowych kopalni węgla kamiennego*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Sudoł S. (2002), *Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Teoria i praktyka zarządzania*, Dom Organizatora, Toruń.
- Sukiennik M. (2012), *Metoda wyznaczania obsady w przodkach ścianowych kopalni węgla kamiennego z uwzględnieniem stochastycznego charakteru procesu produkcyjnego*, Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Wagner W., Krzemień S. (1992), *Wpływ zakłóceń na przebieg i wielkość wydobywania w wyrobiskach wybierkowych kopalni*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, „Górnictwo” nr 195, Gliwice.

[www.kwsa.pl/aktualnosci/galeria\\_zdjec](http://www.kwsa.pl/aktualnosci/galeria_zdjec) (15.04.2012).

[www.zarz.agh.edu.pl/bsolinsk/FMEA.html](http://www.zarz.agh.edu.pl/bsolinsk/FMEA.html) (15.04.2015).

*Zarządzanie niezawodnością. Przewodnik zastosowań. Analiza ryzyka w systemach technicznych* (1999), PN-IEC 60300-3-9:1999.

#### **EVALUATION OF THE RISK IN PRODUCTION PROCESS WITHIN HARD COAL LONGWALL FACES**

**Abstract:** This paper presents the risk management as a process and the production process within hard coal longwall faces. The attention was paid to identification of risks that may occur in the process. An analysis of this risk and determined its level of analysis using the method of the FMEA process.

**Keywords:** risk management, production process, FMEA

#### **Cytowanie**

Sukiennik M., Napieraj A. (2015), *Ocena ryzyka w procesie produkcyjnym realizowanym w przodku ścianowym kopalń węgla kamiennego*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 855, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 74, t. 1, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, s. 575–584; [www.wneiz.pl/frfu](http://www.wneiz.pl/frfu).