

Edward CICHOWSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

OCENA RYZYKA SPOWODOWANEGO PYŁAMI RESPIRABILNYMI

Streszczenie. Podejście półdeterministyczne, prezentowane w tym opracowaniu zakłada, że deficyty bezpieczeństwa występujące po stronie parametrów środowiska pracy i sprawstwa progresywne po stronie czynnika ludzkiego, stanowią negację przyjętych poziomów bezpieczeństwa¹, stwarzają warunki sprzyjające (progresywne) niepożądanemu następstwu zdarzeń poprzedzającemu nieodwracalne zmiany pylicowe u górników

RISK ESTIMATION CAUSED BY RESPIRABLE DUST

Summary. A semideterministic approach, presented in this study assumes that the occurring deficits of safety on the part of the working environment parameters, and progressive causation on the part of human factor constituting a negation of the assumed safety levels² create favourable (progressive) conditions for an undesired sequencer of events preceding irreversible anthracosis changes in miners.

1. Wprowadzenie

Poziomy bezpieczeństwa, którym na ogół nadaje się rangę obowiązującego przepisu BHP stwarzają zarówno po stronie parametrów środowiska pracy³, jak i po stronie czynnika

¹ Poziom bezpieczeństwa jest to stan w środowisku pracy zarówno po stronie jego obiektów, jak i po stronie załogi, sankcjonowany obowiązującymi przepisami BHP, stwarzający warunki regresywne (nie sprzyjające) niepożądanemu zajściu poszczególnych przyczyn lub warunków głównych koniecznego następstwa zdarzeń poprzedzającego niepożądanego skutku ostateczny [11].

² The safety level is the state in the working environment both in the part of its objects and the part of the crew, sanctioned by the obligatory regulations of the Code of Safety, creating regressive (unfavourable) conditions for undesired occurrence of particular causes or principal conditions for the necessary sequence of events preceding an undesired final effect [11].

³ Parametry środowiska pracy to stany jego obiektów, czyli czynnika materialnego [11].

ludzkiego warunki nie sprzyjające niepożądanemu zajściu poszczególnych przyczyn pośrednich lub/i warunków głównych koniecznego następstwa zdarzeń (podejście półdeterministyczne prezentowane w tym opracowaniu⁴ [31, 32]).

Negację poziomów bezpieczeństwa po stronie parametrów środowiska pracy przedstawiają deficyty bezpieczeństwa, zaś po stronie czynnika ludzkiego sprawstwa progresywne. Przez sprawstwo progresywne należy rozumieć stany w środowisku pracy będące skutkiem działania⁵ (np. brak ochrony osobistej lub zaniechanie w zakresie przeprowadzania systematycznej kontroli pomiarowej stężenia zapylenia strumienia wentylacyjnego), a stwarzające warunki sprzyjające (progresywne) dla niepożądanego następstwa zdarzeń. Istotą identyfikowanego zagrożenia są więc występujące deficyty bezpieczeństwa i sprawstwa progresywne. Stwarzają one określone ryzyko wydobycia, które oznaczono przez R.

Poza nielicznymi wyjątkami, obowiązujące przepisy BHP przedstawiają dwustanową ocenę środowiska pracy, tj. bezpieczeństwo (wartość logiczna 0 - brak zagrożenia, gdy rozpatrywany przepis bezpieczeństwa jest utrzymywany) i zagrożenie (1- pełne zagrożenie, gdy występuje odchylenie w stosunku do przepisu). Takie założenie jest jednak mało przydatne przy identyfikacji zagrożeń, gdyż uniemożliwia gradację występującego ryzyka wydobycia R.

Aby jednak pozostać przy dwuwartościowej ocenie środowiska pracy przyjęto gradację ryzyka wydobycia R uwzględniającą poziom bezpieczeństwa P, jaki jeszcze przedstawiają poszczególne odchylenia, zgodnie z zależnością:

$$R = 1 - P \quad (1)$$

$P=1$ oznacza, że występuje pełne bezpieczeństwo względne, gdyż poziom bezpieczeństwa jest utrzymywany w warunkach pracy, a występujące ryzyko wydobycia $R=0$. Przyjęto następującą gradację poziomów bezpieczeństwa P i ryzyka wydobycia R:

- **ryzyko nieakceptowalne**, $0 \leq P < 0,25$, $0,75 < R \leq 1$, stwarzają deficyty bezpieczeństwa w zakresie nakazanych parametrów środowiska pracy, tj. standardów bezpieczeństwa⁶ (jeśli zostały ustanowione), parametrów pożądanych⁷ lub nakazanej profilaktyki technicznej⁸,

⁴ Podejście półdeterministyczne zakłada, że rozpatrywane środowisko pracy spełnia lub nie spełnia nakazanych wymogów bezpieczeństwa [11].

⁵ Działanie to całokształt (suma) reakcji czynnika ludzkiego na podstawie podjętych decyzji [11].

⁶ Standardy bezpieczeństwa są to ekstremalnie dopuszczalne, mierzalne parametry środowiska pracy, które w razie przekroczenia w stosunku do obowiązujących przepisów BHP wymagają natychmiastowego przeciwdziałania, np. najwyższe dopuszczalne stężenie czynnika szkodliwego NDS [11].

⁷ Pożądane parametry środowiska pracy są to optymalne parametry środowiska pracy w danych warunkach zapewniające osiągnięcie co najmniej minimum komfortu, przy pełnym bezpieczeństwie pracy, które

- **ryzyko istotne**, $0,25 \leq P < 0,5$, $0,5 < R \leq 0,75$, stwarzają deficyty bezpieczeństwa w zakresie wdrożenia profilaktyki technicznej zmierzającej do utrzymania nakazanych parametrów środowiska pracy,
- **ryzyko umiarkowane**, $0,5 \leq P < 0,75$, $0,25 < R \leq 0,5$, stwarza sprawstwo progresywne kierownictwa, dozoru i załogi w zakresie utrzymywania różnych stanów bezpieczeństwa w zakładzie górniczym,
- **ryzyko akceptowalne**, $0,75 \leq P < 1$, $0 < R \leq 0,25$, stwarza sprawstwo progresywne wyższego szczebla kompetencji tj. dozoru, kierownictwa czy władz górniczych w zakresie wpływu na niższy szczebel, tj. odpowiednio załogę, dozór i kierownictwo zakładu górniczego dotyczącego kontroli, kształtowania osobowości czy podejmowania decyzji.

Deficyty dotyczące nakazanych parametrów środowiska stwarzają największe, nieakceptowalne, ryzyko wydobycia, gdyż sprzyjają aktywizacji zagrożenia pylicowego, tj. procesowi bezpośrednio poprzedzającemu pojawienie się, zrazu niezauważalnych, nieodwracalnych zmian pylicowych. Rozpatrywane ryzyko wydobycia jest szczególnie poważne, gdy dotyczy znacznej części załogi. Stwierdzone ryzyko nieakceptowalne może nieraz wymagać podjęcia decyzji o przerwaniu procesu wydobywczego i wycofaniu załogi.

Nakazane parametry środowiska pracy wymagają, na ogół, wdrożenia profilaktyki technicznej niezbędnej do ich utrzymania. Deficyty bezpieczeństwa w tym zakresie stwarzają ryzyko istotne, wymagające nieraz niezwłocznego ich usunięcia przy kontynuacji procesu wydobywczego.

Ryzyko umiarkowane stwarza sprawstwo progresywne załogi, dozoru i kierownictwa w zakresie różnych stanów bezpieczeństwa dotyczących wpływu czynnika ludzkiego. Wymienione stany, dotyczące np. ochron osobistych, przeprowadzania systematycznej kontroli pomiarowej stężenia zapylenia w nakazanych miejscach lub sprawstwa w zakresie wdrożenia niezbędnej profilaktyki technicznej itp. nie wymagają niezwłocznego przerwania procesu wydobywczego, lecz muszą być usunięte w ramach przyjętego planu poprawy warunków bezpieczeństwa.

odpowiada aktualnemu rozeznaniu występującego zagrożenia bezwzględne, np. pożądane zastosowanie odpylacza w chodniku drażonym kombajnowo [11].

⁸ Nakazana profilaktyka techniczna są to środki techniczne lub technologia wydobycia nakazana zgodnie z przepisami BHP przy określonej wielkości występującego zagrożenia, np. stosowanie na kombajnie noży stycznych lub odtupujących [11].

Ryzyko akceptowalne stwarza niepożądany wpływ dozoru, kierownictwa i władz górniczych na działanie niższego szczebla kompetencji, tj. odpowiednio załogę, dozór i kierownictwo. Nie wymaga to przerwania procesu wydobywczego, lecz pożądanego działania na wyższych szczeblach kompetencji w ramach przyjętego planu poprawy warunków bezpieczeństwa.

Przeprowadzona prospektywnie lub retrospektywnie identyfikacja zagrożenia, tj. analiza możliwego niepożądanego następstwa zdarzeń poprzedzającego pylicę umożliwi również wykrycie deficytów bezpieczeństwa lub sprawstw progresywnych, dla których jeszcze nie ustanowiono stosownych poziomów bezpieczeństwa. Poziomem bezpieczeństwa w tym przypadku, a sankcjonowanym w zakładzie górniczym, może być, zgodnie z przepisami BHP, opracowana i zatwierdzona przez kierownika ruchu, instrukcja bezpiecznego wykonywania określonej roboty górniczej w warunkach zagrożenia pylicowego.

2. Ogólna gradacja zagrożenia pylicowego

Ocena ryzyka pylicowego została oparta na szczegółowej analizie niepożądanego następstwa zdarzeń poprzedzającego pylicę, a warunkowanego mogącymi pojawić się deficytami bezpieczeństwa lub sprawstwami progresywnymi po stronie załogi.

Przeanalizowano również możliwe zdarzenia niepożądane warunkowane występującymi deficytami bezpieczeństwa lub/i sprawstwami progresywnymi dotyczącymi poziomów bezpieczeństwa, których utrzymanie nie jest jeszcze sankcjonowane stanem prawnym obowiązującym w polskim górnictwie.

Zastosowano podstawowe funktory logiczne: \wedge koniunkcji, \vee alternatywy, \Rightarrow - implikacji, \equiv - równoważności i \neg - negacji [35] i odwzorowano zachodzące następstwo zdarzeń za pomocą grafu⁹ [41].

Łańcuch Π_{111}^{CH} jedenastu warunków półdeterministycznych następstwa zdarzeń $Z \Rightarrow Y \Rightarrow do \Rightarrow A$ implikuje nieodwracalne zmiany pylicowe u załogi.

⁹ Graf jest to topologiczne odwzorowanie występującego następstwa zdarzeń, określające jednoznacznie relacje zachodzące pomiędzy zdarzeniami, w którym węzły reprezentują warunki konieczne następstwa zdarzeń, a gałęzie zorientowane w kierunku implikacji przedstawiają kolejne skutki pośrednie, które w węzłach zamieniają się w przyczyny lub/i warunki główne następstwa zdarzeń [11].

$$\begin{aligned}
CH &\Rightarrow NZ \Rightarrow \{ \Pi_{111}^{CH} \Rightarrow Z \equiv \{ [RZ_{d_{CH}} \vee \overline{PB}_{PM}^c] \} \Rightarrow Y \equiv \{ [AZ^{CH} \vee \overline{PB}_{SPZ}^p \vee \overline{PB}_{KM}^c] \} \Rightarrow \\
&\Rightarrow I \equiv \{ [iq \vee \overline{PB}_{NDS.PP_{na.wr.zd.sp.od}}^p] \wedge [is \vee \overline{PB}_{o.KSZ}^c] \} \Rightarrow H \equiv \{ [hq \vee \overline{PB}_{D_i}^c] \wedge [hs \vee \overline{PB}_{ZS}^p] \} \Rightarrow \\
&\Rightarrow G \equiv \{ [gq \vee \overline{PB}_{K_A}^p] \wedge [gq_z \vee \overline{PB}_{K_z}^c] \} \Rightarrow F \equiv \{ [fq \vee \overline{PB}_{NPT_{w,r}}^p] \} \Rightarrow \\
&\Rightarrow E \equiv \{ [eq \vee \overline{PB}_{PT_{wd}}^p] \wedge [eq_z \vee \overline{PB}_{K_{gr}}^c] \wedge [eq_d \vee \overline{PB}_{K_{gr}}^c] \} \Rightarrow \\
&\Rightarrow D \equiv \{ dq \wedge [dq_k \vee \overline{PB}_{PT_{wd,K}}^c] \} \Rightarrow C \equiv \{ cq \wedge [cq_d \wedge \overline{PB}_{K_d.KO_d.D_d}^c] \} \Rightarrow \\
&\Rightarrow B \equiv \{ bq \wedge [bq_k \wedge \overline{PB}_{K_1.KO_1.D_1}^c] \} \Rightarrow A \equiv \{ aq \wedge [aq_d \wedge \overline{PB}_{K_w.KO_w.D_w}^c] \} \Rightarrow \\
&\Rightarrow aq \wedge bq \wedge cq \wedge dq
\end{aligned} \tag{2}$$

Wzór (2) zawiera:

- jedną przyczynę bezpośrednią uznania choroby zawodowej, tj. nieodwracalne zmiany pylicowe,
- 10 przyczyn pośrednich i 9 warunków głównych koniecznego następstwa zdarzeń,
- 4 przaprzyczyny,
- 19 możliwych deficytów bezpieczeństwa,
- 27 możliwych sprawstw progresywnych po stronie czynnika ludzkiego.

Wzór (2) jest reprezentowany przez graf pokazany na rys.1. Graf przedstawia zarówno łańcuch warunków półdeterministycznych następstwa zdarzeń poprzedzających pylicę (węzły grafu), jak i kolejne przyczyny i warunki główne zachodzące przy możliwych deficytach bezpieczeństwa i sprawstwach progresywnych tworzących zdarzenia niepożądane (gałęzie grafu, zorientowane w kierunku wynikania logicznego). Zdarzenia niepożądane stanowią istotę zidentyfikowanego zagrożenia pylicowego.

Ogólna ocena zagrożenia pylicowego, tj. możliwego niepożądanego następstwa zdarzeń poprzedzającego pylicę, oraz gradacja ponoszonego ryzyka wydobycia zostanie przeprowadzona na podstawie szczegółowego opisu grafu.

Uznanie choroby zawodowej (CH) implikują nieodwracalne zmiany pylicowe (NZ) u załogi. Te zaś implikuje jednoelementowy zbiór zdarzeń Z, który stanowi warunek konieczny osiągnięcia przez załogę rzeczywistego progu zachorowalności, tj. początku zrazu niezauważalnych, nieodwracalnych zmian pylicowych ($RZ_{d_{CH}}$), przy możliwych sprawstwach progresywnych ze strony kierownictwa, dozoru i załogi w zakresie profilaktyki medycznej, tj.

np. inhalacji (\overline{PB}_{PM}^C)^{10,11}, o ile taki poziom został przyjęty. Sprawstwo progresywne w tym zakresie stwarza **ryzyko umiarkowane**.

Osiągnięcie rzeczywistego progu zachorowalności implikuje jednoelementowy zbiór zdarzeń Y. Jest to wieloletnia aktywizacja zagrożenia chorobowego (AZ^{CH}), przy możliwym sprawstwie progresywnym w zakresie kontroli medycznej (\overline{PB}_{KM}^C)¹². Sprawstwo progresywne w tym zakresie stwarza **ryzyko umiarkowane**. Może również pojawić się deficyt bezpieczeństwa w zakresie statystycznego progu zachorowalności¹³ (\overline{PB}_{SPZ}^P), o ile został nakazany; występuje wtedy **ryzyko nieakceptowalne**.

Aktywizację zagrożenia chorobowego implikuje dwuelementowy zbiór zdarzeń I. Pierwszym składnikiem istotnym jest niekontrolowane stężenie zapylenia iq ¹⁴, przy możliwych deficytach bezpieczeństwa w zakresie NDS (najwyższego dopuszczanego stężenia zapylenia¹⁵) \overline{PB}_{NDS}^P lub/i parametrów pożądanych w zakresie wstępnego nawilżania pokładów $\overline{PB}_{PP_{na}}^P$, zraszania wysokociśnieniowego zraszania $\overline{PB}_{PP_{zr}}^P$, odgrodzenia strumienia pyłu $\overline{PB}_{PP_{sp}}^P$, systemu „extraction drum” $\overline{PB}_{PP_{ed}}^P$ czy odpylaczy $\overline{PB}_{PP_{od}}^P$ [4, 5, 6, 7, 13, 14, 18, 20, 21, 25, 26, 27, 29, 33]. Deficyty w tym zakresie stwarzają ryzyko **nieakceptowalne**.

¹⁰ Pozioma kreska nad oznaczeniem poziomu bezpieczeństwa oznacza jego negację, czyli deficyt bezpieczeństwa lub sprawstwo progresywne.

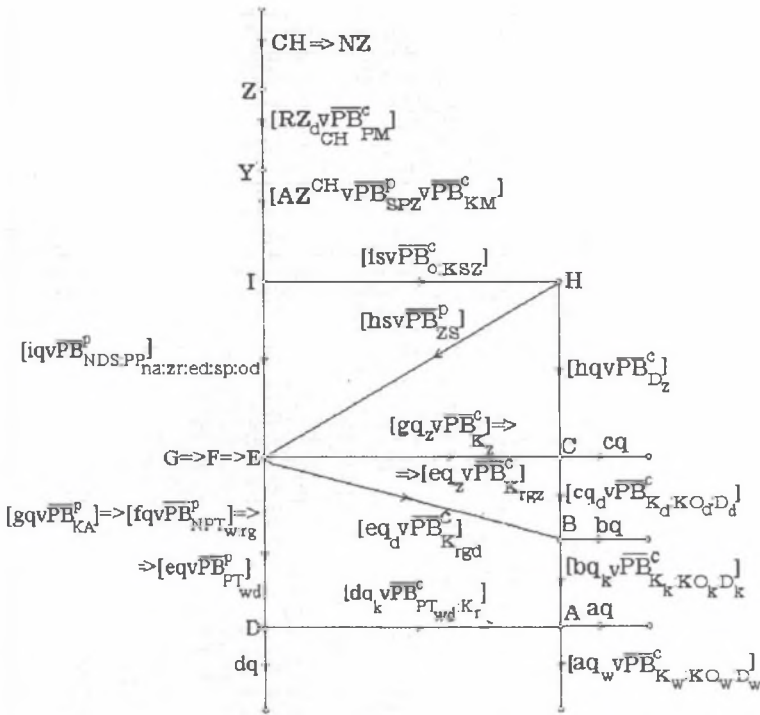
¹¹ Sprawstwo progresywne w rozpatrywanym zakresie może oznaczać niepoddanie się rygorom profilaktyki medycznej, która może stanowić prawnie sankcjonowany poziom bezpieczeństwa. Już od kilku lat na kopalniach „Chwałowice”, „Krupiński”, „Wieczorek” czynne są inhalatoria, gdzie do dróg oddechowych narażonych górników są doprowadzane różne środki farmakologiczne, co ma opóźnić osiągnięcie rzeczywistego progu zachorowalności [1, 22].

¹² Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie przeprowadzania badań lekarskich. Dziennik Ustaw 1969, nr 69.

¹³ Statystyczny próg zachorowalności jest to dawka respirabilnego pyłu, na jaką może być narażona załoga w okresie obrachunkowym, przy założonym ryzyku zawodu, która jeszcze nie dopuszcza do zapoczątkowania nieodwracalnych zmian pylicowych [11].

¹⁴ Niekontrolowane zdarzenie oznacza zdarzenie nie monitorowane (będące poza wszelkim nadzorem) [11].

¹⁵ Najwyższe dopuszczalne stężenie (średnia ważona) pyłu oznacza progową wartość stężenia zapylenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnej narażenia w ciągu doby przez okres aktywności zawodowej nie powinno spowodować zmian chorobowych [11].



Rys.1. Niepożądane następstwa zdarzeń poprzedzających nieodwracalne zmiany pylicowe
 Fig.1. Undesired sequence of events preceding irreversible anthracosis changes in miners

Drugim składnikiem istotnym koniecznego następstwa zdarzeń jest niekontrolowana ekspozycja załogi (is)¹⁴, mogąca zachodzić przy sprawstwach progresywnych w zakresie ochron osobistych \overline{PB}_O^c [4,5] lub/i kierowanego systemu zatrudnienia [16], o ile został wprowadzony \overline{PB}_{KSZ}^c . Sprawstwo progresywne w tym zakresie stwarza **ryzyko umiarkowane**.

Niekontrolowane stężenie zapylenia implikuje dwuelementowy zbiór zdarzeń G, tj. zapylenie powietrza (gq), przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie kontroli automatycznej (\overline{PB}_{KA}^p) [2], o ile została nakazana. Stwarza wówczas **ryzyko nieakceptowalne**. Drugim składnikiem istotnym jest wpływ załogi na zapylenie (gq_z), przy możliwym sprawstwie progresywnym załogi w zakresie przeprowadzania systematycznej

ręcznej kontroli pomiarowej zapylenia powietrza ($\overline{PB}_{K_z}^C$)¹⁶, co stwarza **ryzyko umiarkowane**.

Niekontrolowaną ekspozycję załogi implikuje zbiór zdarzeń dwuelementowy H, tj. czynności załogi (hq) przy możliwym sprawstwie progresywnym w zakresie decyzji podejmowanych przez załogę ($\overline{PB}_{D_z}^C$), stwarzające **ryzyko umiarkowane** i stan przestrzeni roboczej (hs), przy możliwym deficycie, np. w zakresie zdalnego sterowania (\overline{PB}_{ZS}^P) [34]. O ile zdalne sterowanie zostało nakazane, deficyt bezpieczeństwa w tym zakresie stwarza **ryzyko nieakceptowalne**.

Zapylenie powietrza implikuje jednoelementowy zbiór zdarzeń F, tj. strumień emitowanego pyłu (fq), mogący się pojawić przy deficytach w zakresie nakazanej profilaktyki technicznej dotyczącej wentylacji $\overline{PB}_{NPT_{we}}^P$ lub/i technologii urabiania ($\overline{PB}_{NPT_{rg}}^P$) [24] i stwarzający **ryzyko nieakceptowalne**.

Strumień emitowanego pyłu i stan przestrzeni roboczej implikuje zbiór zdarzeń trojelementowy E. Roboty górnicze (eq) zachodzą przy możliwych deficytach w zakresie wdrożenia profilaktyki technicznej ($\overline{PB}_{PT_{wd}}^P \equiv \overline{PB}_{PT_{na:zr:red:sp:od:KA:ZS:we:rg}}^P$), a zmierzającej do utrzymania nakazanych parametrów środowiska pracy. Stwarza to **ryzyko istotne**. Pozostałe składniki koniecznego następstwa zdarzeń to wpływy na roboty górnicze załogi (eq_z) i dozoru (eq_d), przy możliwych sprawstwach progresywnych w zakresie kontroli robót górniczych przez załogę $\overline{PB}_{K_{rgz}}^C$ lub dozór $\overline{PB}_{K_{rgd}}^C$, stwarzające **ryzyko umiarkowane**.

Roboty górnicze implikuje dwuelementowy zbiór zdarzeń D, tj. ruch zakładu górniczego (dq) stanowiący jedną z czterech przyczyn rozpatrywanego następstwa zdarzeń¹⁷ i wpływ kierownictwa na ten ruch (dq_k) przy możliwych sprawstwach progresywnych w zakresie wdrożenia profilaktyki technicznej zmierzającej do utrzymania $\overline{PB}_{PT_{wd}}^C$ i do egzekwowania (kontroli) nakazanych parametrów środowiska pracy $\overline{PB}_{K_r}^C$, stwarzając **ryzyko umiarkowane**.

¹⁶ Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z 14 kwietnia 1995 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, znowelizowane 1 grudnia 1997 r.

¹⁷ Warunki konieczne zajścia przyczyn koniecznego następstwa zdarzeń nie będą rozpatrywane, gdyż ich składniki istotne znajdują się częściowo poza zakładem górniczym [11].

Czynności załogi i jej wpływ na zapylenie i przebiegające roboty górnicze implikuje dwuelementowy zbiór zdarzeń C, tj. stanowiące jedną z przyczyn działanie załogi (cq) i wpływ dozoru na działanie załogi (cq_d) przy możliwym sprawstwie progresywnym dozoru w zakresie kontroli $\overline{PB}_{K_d}^c$, kształtowania osobowości załogi $\overline{PB}_{KO_d}^c$ i podejmowanych decyzji przez ten dozór $\overline{PB}_{D_d}^c$. Stwarza to **ryzyko akceptowalne**.

Wpływ dozoru na roboty górnicze i na załogę implikuje dwuelementowy zbiór zdarzeń B, tj. działanie dozoru (bq), które też stanowi przyczynę i wpływ kierownictwa na działanie dozoru (bq_k) zachodzący przy możliwych sprawstwach progresywnych kierownictwa w zakresie kontroli $\overline{PB}_{K_k}^c$, kształtowania osobowości dozoru $\overline{PB}_{KO_k}^c$ jak i podejmowanych decyzji przez kierownictwo $\overline{PB}_{D_k}^c$. Stwarza to **ryzyko akceptowalne**.

Wpływ kierownictwa na dozór i na ruch zakładu górniczego implikuje dwuelementowy zbiór zdarzeń A, tj. działanie kierownictwa, które jest przyczyną koniecznego następstwa zdarzeń i wpływ władz górniczych na działanie kierownictwa przy możliwym sprawstwie progresywnym władz górniczych w zakresie kontroli $\overline{PB}_{K_w}^c$, kształtowania osobowości kierownictwa $\overline{PB}_{KO_w}^c$ i podejmowanych decyzji przez te władze $\overline{PB}_{D_w}^c$. Stwarza to **ryzyko akceptowalne**.

Na tym kończy się ogólna gradacja ryzyka pylicowego. W następnym punkcie przedstawiono przykład szczegółowej gradacji występującego ryzyka pylicowego, wynikającej z obowiązujących przepisach BHP.

3. Szczegółowa gradacja ryzyka wydobycia

Deficyt bezpieczeństwa dotyczący NDS powoduje ryzyko nieakceptowalne w zakresie $0,75 < R \leq 1$ (pkt. 2) Obowiązujące przepisy BHP przedstawiają szczegółową gradację ryzyka wydobycia zgodnie ze stopniami zagrożenia pyłem respirabilnym. Tabela 1 przedstawia stopnie

zagrożenia pyłowego, zgodnie z przepisami¹⁸ oraz proponowaną gradacją ryzyka wydobycia nieakceptowalnego w zależności od zmierzonego stężenia zapylenia $S > PB_{NDS}^P$.

Przebywanie załogi w przestrzeni roboczej w warunkach, gdy ryzyko wydobycia jest nieakceptowalne przy $R=1$, zgodnie z przepisami, jest zabronione.

Ponadto z cytowanego rozporządzenia ministra wynika:

§805

„1. W razie stwierdzenia w zakładzie górniczym lub jego części przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń zapylenia powietrza należy wprowadzać środki techniczne lub zmiany technologiczne i organizacyjne ograniczające stężenie zapylenia, polegające na:

- 1) niedopuszczeniu do rozprzestrzeniania się obłoków pyłu przez stosowanie sprawnych układów zraszania lub odpylania,
- 2) stosowaniu przepłuczki wodnej lub odsysaniu zwiercin przy wierceniu otworów w skale płonnej,
- 3) zmywaniu lub unieszkodliwianiu pyłów osiadłych,
- 4) stosowaniu środków chemicznych podnoszących sprawność metod zwalczania zapylenia,
- 5) nawilżaniu pokładów węglowych,
- 6) stosowaniu urządzeń i metod wentylacyjnych.

2. Zabrania się stosowania:

- 1) maszyn i urządzeń, które w czasie pracy powodują zapylenie powietrza i nie są wyposażone w sprawnie działające urządzenia zapobiegające zapyleniu,
- 2) niesprawnie działających urządzeń i środków do zwalczania zapylenia powietrza”.

Zgodnie więc z przepisami, w przypadku pojawienia się jakiegokolwiek deficytu bezpieczeństwa w zakresie NDS występuje ryzyko nieakceptowalne w zakresie $0,75 < R \leq 1$, zależnie od zmierzonego stężenia zapylenia (tabela 1). Obowiązujące przepisy wymagają wówczas utrzymywania określonych parametrów, pożądaných lub stosowania nakazanej profilaktyki technicznej w celu zmniejszenia występującego ryzyka wydobycia R.

¹⁸ Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z 14 kwietnia 1995 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, znowelizowane 1 grudnia 1997 r. Zarządzenie nr 3 Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego z 3 sierpnia 1994 r. Dział X, § 49.

Tabela 1

Proponowana gradacja deficytów bezpieczeństwa

Udział krzemionki	pył	PB _{NDS} ^P	Ryzyko wydobywania R / stopień zagrożenia Za w zależności od zmierzzonego stężenia zapylenia S [mg/m ³]			
			0,75 < R ≤ 0,85 Za-I	0,85 < R ≤ 0,95 Za - II	0,95 < R ≤ 1 Za - III	R=1
<2	całkowity	10	10 do 20	20 do 40	40 do 100	>60
2 do <10	respirabilny < 5 μm.	2	2 do 4	4 do 8	8 do 20	>16
10 do <50	respirabilny < 5 μm	1	1 do 2	2 do 4	4 do 8	>6
≥50	respirabilny < 5 μm	0,3	0,3 do 0,6	0,6 do 1,2	1,2 do 4	>3

Każdy z wymienionych poziomów bezpieczeństwa ma swój zakres optymalnego zastosowania, przy czym bierze się pod uwagę nie tylko skuteczność odpylania danego urządzenia, stężenie zapylenia pierwotnego i skład mineralogiczny emitowanego pyłu, ale również względy ekonomiczne, gdyż np. odpylacze suche są bardzo drogie [21].

4. Zakończenie

W artykule przedstawiono próbę oceny zagrożenia pylicowego w zakładzie górniczym. Jednak tylko w jednym przypadku deficytu bezpieczeństwa w zakresie NDS obowiązujące przepisy BHP umożliwiają szczegółową gradację ryzyka pylicowego. Gradacja ta, zwłaszcza w zakresie sprawstwa czynnika ludzkiego, wymaga subiektywnego podejścia dostosowanego do realiów określonego zakładu górniczego.

LITERATURA

1. Alkiewicz J.: Aerozoloterapia lekami roślinnymi w profilaktyce chorób układu oddechowego spowodowanych zanieczyszczeniami powietrza. IX Tydzień Techniki ROW, Rybnik 1993.
2. Armbruster L. and others: Photometric Determination of Respirable Dust Concentration without elutration of coarse particels. International Journal Devoted to the Measurement and Description of Particle and Bulk Properties and Disperse Systems. Wyd. Chemie Gmbh, Weinheim 1984.
3. Armbruster L., Breuer H., Reisner M.: Wirkungsbezogene Messung und Bewertung des Staubes im Steinkohlenbergbau, Glückauf, Essen 17, 1983.
4. Bauer H.D.: Leichtmasken für den Steinkohlenbergbau. Kompass, Bochum 1982.
5. Bauer H.D.: Staubstromteilung. Versuche zur Einschränkung der Staubaubreitung. Kompass, Bochum 1982.
6. Bauer H.D.: Entwicklung und Erprobung von haubenförmigen Staubschutzabdeckungen. Kompass, Bochum 1983.
7. Becker H., Göretz H., Kemper F.: Staubbekämpfung bei der schneidenden Gewinnung. Silikosebericht Band 14, Essen 1983.
8. Bobrowski D.: Probabilistyka w zastosowaniach technicznych. WNT, Warszawa 1980.
9. Bradecki W., Studenski R.: Program redukcji pylicy w górnictwie węgla kamiennego. Przegląd Górniczy, nr 2, Katowice 1994.
10. Bradecki W.: Zadania urzędów górniczych w 1998 roku. Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie. WUG, nr 3, Katowice 1998.
11. Cichowski E.: Identyfikacja zagrożenia w górnictwie węgla kamiennego. Monografia 12. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
12. Cichowski E., Armbruster L.: Systematische Sicherheitstechnik im Steinkohlenbergbau - ein Modell. Glückauf-Forschungshefte, nr 1, Essen 1996.
13. Cichowski E.: Badanie sprawności zraszania pyłów unoszących się w powietrzu roztworem środków powierzchniowo-aktywnych. Archiwum Górnictwa t. 26, z. 2, Kraków 1981.

14. Cichowski E.: Design parameter choice of an air sucking water whirl nozzle. Materiały konferencyjne VI, Conference on Fluid Mechanics and Fluid Machinery, Budapeszt 1979.
15. Cichowski E.: Dosieren fester Zusatzmittel ins fließende Wasser. Bergbau, nr 10, Essen 1984.
16. Cichowski E.: Kierowany system zatrudnienia w aspekcie ochrony zdrowia załogi. Przegląd Górniczy, nr 11-12, Katowice 1985.
17. Cichowski E.: Problemy oceny zagrożenia pylicą w zakładzie górniczym. II Konferencja naukowo-techniczna pt. „Zwalczanie zagrożeń pyłowych w górnictwie”, Ustroń 10-11 maj 1995.
18. Cichowski E.: The influence of physical properties of water on the suppression of dust by water spray. Materiały konferencyjne: I International Symposium on Occupational Health and Safety in Mining and Tunnelling, Praga 1982.
19. Cichowski E.: Wybieg chodnika drążonego kombajnem przy zastosowaniu odpylacza w układzie z wentylacją odrębną kombinowaną. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, Katowice 1989.
20. Cichowski E.: Problemy stosowania zwilżacza KBS przy zwalczaniu zapylenia w górnictwie. Prace ZKMPW Komunikat nr 91, Wyd. Śląsk, Katowice 1974.
21. Frydel W., Steindor M.: Instalacje odpylające typu IO-600 oraz lutnia wirowa $\Phi 700$. Międzynarodowa konferencja naukowo-badawcza pt. „Zwalczanie zagrożeń pyłowych w przemyśle górnictwie na świecie”, Szczyrk 17-19 wrzesień 1996.
22. Gradoń L., Alkiewicz J., Bodasiński J.: Sposoby techniczne wspomaganie naturalnych mechanizmów obronnych organizmu przeciw zagrożeniom pyłowym w przemyśle górnictwie. Międzynarodowa Konferencja naukowo-techniczna pt. „Zwalczanie zagrożeń pyłowych w przemyśle górnictwie na świecie”, Szczyrk, 17-19 wrzesień 1996.
23. Karpiński J.: Zależności przyczynowe w badaniach diachronicznych. Prakseologia, nr 4, Warszawa 1978.
24. Khair A.W.: Wpływ kształtu narzędzia urabiającego na powstawanie frakcji wdychalnej pyłu. Międzynarodowa Konferencja naukowo-techniczna pt. „Zwalczanie zagrożeń pyłowych w przemyśle górnictwie na świecie”, Szczyrk 17-19 wrzesień 1996.
25. Kucza J., Penkała E.: Doświadczenia w zwalczaniu zagrożenia pyłowego w wyrobiskach korytarzowych drążonych kombajnami w kopalniach Rybnickiej Spółki Węglowej SA Konferencja: Zwalczanie zagrożeń pyłowych w górnictwie, Szczyrk 1996.

26. Kusak E., Sedlaczek J.: Nowa instalacja zraszająca do kombajnów ścianowych z pompą wodną wbudowaną w maszynę. Konferencja: Zwalczanie zagrożeń pyłowych w górnictwie, Ustroń 1995.
27. Leeming J.: Zwalczanie zapylenia w wyrobiskach ścianowych - doświadczenia górnictwa USA i Wielkiej Brytanii. Konferencja zwalczanie zapylenia w wyrobiskach ścianowych, Szczyrk 1993.
28. Lebecki K., Bywalec T.: Ocena zagrożenia zawodowego na pył w oparciu o stosowane przyrządy pomiarowe. Konferencja pt. „Zwalczanie zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia”, Kokotek k. Lublińca 13/14 kwietnia 1999.
29. Lemmes F.: Zwalczanie zapylenia przy urabianiu kombajnami ścianowymi. Konferencja naukowa pt. „Zwalczanie zapylenia w wyrobiskach ścianowych”, Szczyrk 1993.
30. Leniewicz E.: Teoria zdarzeń w ujęciu prakseologicznym. Prakseologia, nr 1, Warszawa 1975.
31. Muschick E.: Vorschlag eines mathematischen Kompromisses für eine effektive Dimensionierung elektrischer Energieversorgungsanlagen. Materiały Międzynarodowego Sympozjum: Jakość zasilania układów sieciowych, Politechnika Śląska, Gliwice 1986.
32. Muszewski J.: Bezpieczeństwo konstrukcji budowlanych. Wyd. "Arkady" Warszawa 1970.
33. Ogorek Z.: Możliwość zastosowania urządzeń odpylających firmy Hölter podczas prowadzenia chodników kombajnami. XIX Tydzień ROWu, Rybnik 1993.
34. Pańków A.: Proces doskonalenia systemów automatyzacji i kontroli pracy kombajnów ścianowych w Polsce. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, nr 10, Katowice 1998.
35. Pasenkiewicz K.: Logika ogólna. PWN, Warszawa 1968.
36. Pelc J., Przełęcki M., Szaniawski K.: Prawa nauki, PWN, Warszawa 1957.
37. Piłaciński W.: Metody badania i dopasowania masek do twarzy użytkowników. IX Tydzień Techniki, ROW, Rybnik 1993.
38. Pszczołowski T.: Celowość, skuteczność, efektywność. Prakseologia, nr 3, Warszawa 1977.
39. Pszczołowski T.: Dylematy sprawnego działania. Wiedza Powszechna, Warszawa 1988.
40. Reisner M.: Ergebnisse epidemiologischer Untersuchungen für den Schutz vor Staublungerkrankungen. Glückauf nr 113, Essen 1977.
41. Robichaud L., Boisvert M., Robert J.: Grafy przepływu sygnału. PWN, Warszawa 1968.

42. Rüssman F.: Zwalczenie zapylenia przy urabianiu kombajnami firmy Eickhoff. Konferencja naukowa pt. „Zwalczenie zapylenia w wyrobiskach ścianowych”, Szczyrk 1993.
43. Sobala J., Rosmus P.: System zarządzania bezpieczeństwem pracy w zakładach górniczych. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 1996.
44. Vekeny H.: Die quantitative Untersuchung einer Silikosegefahr in den Pecszer Kohlengruben, Staub-Rheinhalt, Luft nr 10, Sankt Augustin 1981.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Karol Reich

Abstract

An instrument of a new safety policy now being implemented in Polish mining is a system of safety management. An essential element of safety management is a systematic identification of the occurring hazard in order to evaluate the current risk of mining [Sobala,1996]. An estimation of the risk of mining is carried out before making a decision referring to the operation of a mining plant and the conducted mining work. The starting point of the presented considerations is the opinion that irreversible anthracosis changes in miners are a final undesirable effect of a whole chain of successive indirect causes and principal conditions [Pelc,1957] constituting the essential components of the necessary sequence of events [Cichowski 1999,Leniewicz 1975,Pszczołowski 1977,1988]. The significant components of the necessary sequence of events are always true when the final undesired effect is true. However, they take place in various (accidental) circumstances which has a probabilistic, that is, unpredictable character [Bobrowski 1980]. A semideterministic approach, presented in this study, is also possible [Cichowski 1999,Muschick 1986,Muszewski 1970]. It assumes that the occurring deficits of safety on the part of the working environment parameters, and progressive causation on the part of human factor constituting a negation of the assumed safety levels¹⁹ create favourable (progressive) conditions for an undesired sequencer of events

¹⁹ The safety level is the state in the working environment both in the part of its objects and the part of the crew, sanctioned by the obligatory regulations of the Code of Safety, creating regressive (unfavourable) conditions for undesired occurrence of particular causes or principal conditions for the necessary sequence of events preceding an undesired final effect [11].

preceding irreversible anthracosis changes in miners. This is the essence of the identified hazard and the occurring risk of mining. A decrease of this risk is achieved thanks to an establishment of new, or thightening the already obligatory levels of safety To assess the anthracosis hazard a graduation of the occurring risk of minig has been proposed.