

Edward CICHOWSKI

MODEL ZAGROŻENIA PYŁAMI RESPIRABILNYMI W ZAKŁADZIE GÓRNICZYM

Streszczenie. Stan zagrożenia pyłowego w rozpatrywanym zakładzie górniczym determinują zachodzące niepożądane zdarzenia, poprzedzające pylicę. Zdarzenia niepożądane stanowią składniki istotne koniecznego następstwa zdarzeń zachodzące przy występujących deficytach bezpieczeństwa [1].

MODEL OF HAZARDS FROM RESPIRABLE DUST

Summary. The state of dust hazard in the examined coalmine determine unwanted events preceding the occupational decease. Unwanted events constitute essential components of the necessary chain of events by the occurrence of safety deficiency [1].

1. Niepożądane następstwo zdarzeń poprzedzające pylicę

Wychodząc od rozpatrywanego skutku ostatecznego, tj od nieodwracalnych zmian NZ, poprzedzających uznaną pylicę, określono łańcuch warunków półdeterministycznych niepożądanego następstwa zdarzeń, przy czym zdarzenia niepożądane, mogące się pojawić w zakładzie górniczym (ZG), oznaczono nawiasami kwadratowymi []. Rozpatrywane warunki półdeterministyczne niepożądanego następstwa zdarzeń oznaczono przez Z, Y do A, w kolejności odwrotnej do alfabetu, gdyż analizę prowadzono retrospektywnie. Uwzględniono również możliwe zdarzenia niepożądane wynikające z występujących deficytów w zakresie poziomów bezpieczeństwa, których utrzymanie nie jest jeszcze sankcjonowane stanem prawnym obowiązującym w polskim górnictwie (oznaczono je gwiazdką *).

W zapisie zastosowano podstawowe funktory logiczne: koniunkcji \wedge , alternatywy \vee , implikacji \Rightarrow , równoważności \equiv i negacji $\bar{}$. Następujący wzór przedstawia konieczne następstwo zdarzeń, które w zakładzie górniczym poprzedza nieodwracalne zmiany zdrowotne NZ:

$$\begin{aligned}
 NZ \Rightarrow Z &\equiv \{ \{ RZ^{CH} \vee \overline{PB_{PM}^c} \} \} \Rightarrow Y \equiv \{ \{ AZ^{CH} \vee \overline{PB_{SPZ}^p} \vee \overline{PB_{KM}^c} \} \} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow I \equiv \{ \{ i q \vee \overline{PB_{NDS}^p} \} \wedge \{ i s \vee \overline{PB_{OO}^c} \vee \overline{PB_{KSZ}^c} \} \} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow H \Rightarrow \{ \{ h q \vee \overline{PB_{D_1}^c} \} \wedge \{ h s \vee \overline{PB_{NPT_1}^p} \} \} \Rightarrow G \equiv \{ \{ g q \vee \overline{PB_{K_1}^p} \} \wedge \{ g z \vee \overline{PB_{K_1}^c} \} \} \Rightarrow \quad (1) \\
 &\Rightarrow F \equiv \{ \{ f q \vee \overline{PB_{NPT_{w, r_1, PT_1}^p}^p} \} \Rightarrow E \equiv \{ \{ e q \vee \overline{PB_{PT_{w, r_1, K_1, M}^p}^p} \} \wedge \{ e q_z \vee \overline{PB_{PT_1}^c} \} \wedge \{ e q_d \vee \overline{PB_{K_1}^c} \} \} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow D \equiv \{ \{ d q \wedge \{ d q_k \vee \overline{PB_{PT_{w, r_1, K_1, M}^p}^c} \} \} \Rightarrow C \equiv \{ \{ c q \vee \overline{PB_{K_1, KO_1, D_1}^c} \} \wedge c s_z \} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow B \equiv \{ \{ b q \vee \overline{PB_{K_1, KO_1, D_1}^c} \} \wedge b s_d \} \Rightarrow A \Rightarrow a q \wedge d q
 \end{aligned}$$

gdzie kolejno oznaczają:

1. $[RZ^{CH} \vee \overline{PB_{PM}^c}]$ - rzeczywisty próg zachorowalności przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie profilaktyki medycznej. Rzeczywisty próg zachorowalności to dawka respirabilnego pyłu wystarczająca do zapoczątkowania, zrazu niezauważalnych, nieodwracalnych zmian NZ. Przykładem profilaktyki medycznej może być inhalatorium przy kopalni Krupiński, gdzie do dróg oddechowych zagrożonej załogi są doprowadzane środki lecznicze. Ustanowiona nakazana profilaktyka medyczna PB_{PM}^c stwarza warunki regresywne dla osiągnięcia rzeczywistego progu zachorowalności,
2. $[AZ^{CH} \vee \overline{PB_{SPZ}^p} \vee \overline{PB_{KM}^c}]$ - aktywizacja zagrożenia chorobowego przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie nakazanego statystycznego progu zachorowalności lub/i nakazanej kontroli medycznej. Aktywizacja zagrożenia chorobowego zazwyczaj oznacza wieloletnią nie kontrolowaną ekspozycję załogi na nie kontrolowane stężenie zapylenia. Statystyczny próg zachorowalności przedstawia dopuszczalną (na ogół zależną od zawartości krzemionki) dawkę respirabilnego pyłu, na jaką może być narazona załoga rozpatrywanego ZG, bez obawy osiągnięcia RZ^{CH} . Możliwość osiągnięcia dopuszczalnej dawki szkodliwego pyłu zależy zarówno od wielkości występującego deficytu, w zakresie najwyższego dopuszczalnego stężenia zapylenia $\overline{PB_{NDS}^p}$, jak i od czasu ekspozycji τ . Obowiązkowo wykonywane dużoobrazkowe zdjęcia rentgenograficzne, w czasokresach, które określają oddzielne przepisy, uniemożliwia pojawienie się ciężkich stanów chorobowych,

3. $[iq \vee \overline{PB}_{NDS}^p]$ - nie kontrolowane stężenie zapylenia przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie najwyższego dopuszczalnego stężenia zapylenia. Utrzymywany poziom bezpieczeństwa PB_{NDS}^p nie dopuszcza do aktywizacji zagrożenia chorobowego AZ^{CH} ,
4. $[is \vee \overline{PB}_{OO}^c \vee \overline{PB}_{KSZ}^{c*}]$ - nie kontrolowana ekspozycja załogi przy możliwych deficytach bezpieczeństwa w zakresie ochron osobistych lub/i kierowanego systemu zatrudnienia. Efektywnie stosowane ochrony osobiste znacznie zmniejszają ryzyko aktywizacji zagrożenia chorobowego. System organizacyjny kierowanego zatrudnienia dzięki rejestracji czasu ekspozycji załogi i klasyfikacji stanowisk roboczych ze względu na wielkość występującego deficytu pozwala obliczyć dawkę narażenia pyłowego (Staubsummenwert), co umożliwi niedopuszczenie do przekroczenia statystycznego progu zachorowalności PB_{SPZ}^p ,
5. $[hq \vee \overline{PB}_{D_z}^c]$ - czynności załogi przy możliwym deficycie w zakresie decyzji, podejmowanych przez załogę. Pożądana decyzja załogi w zakresie ochron osobistych lub/i kierowanego systemu zatrudnienia (o ile został wprowadzony) powoduje negację nie kontrolowanej ekspozycji,
6. $[hs \vee \overline{PB}_{NPT_{zs}}^p]$ - stan przestrzeni roboczej przy możliwym deficycie w zakresie zdalnego sterowania. Negacja nie kontrolowanej ekspozycji może również zostać osiągnięta przez nakazane odsunięcie załogi od pyłu przez realizację zdalnego sterowania urządzenia pyłącego,
7. $[gq \vee \overline{PB}_{KA}^p]$ - stężenie zapylenia przy możliwym deficycie w zakresie automatycznej kontroli pomiarowej stężenia zapylenia. Wymieniony poziom bezpieczeństwa (o ile został wprowadzony) nie dopuszcza do nie kontrolowanego stężenia zapylenia, gdyż zapewnia, niezależnie od decyzji załogi, wyłączenie urządzenia pyłącego w razie przekroczenia nastawionej wartości progowej NDS, podobnie jak przy metanometrii automatycznej wyłączającej (przykładowo, przyrząd pomiarowy tyndalometryczny firmy Hund),
8. $[gq_z \vee \overline{PB}_{K_s}^c]$ - wpływ załogi na stężenie zapylenia przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie ręcznej kontroli pomiarowej stężenia zapylenia. Wymieniony poziom bezpieczeństwa w wyniku przeprowadzania systematycznych nakazanych

pomiarów stężenia zapylenia (przykładowo, grawimetrem Barbara 3A), zapewnia negację nie kontrolowanego stężenia zapylenia,

9. $[f\dot{q} \vee \overline{PB}_{NPT_{we};rg;PT_{st}}^P]$ - strumień emitowanego pyłu przy możliwych deficytach w zakresie nakazanej wentylacji (nakazanych stanów wentylacyjnych) lub/i nakazanych robót górniczych (stosowanie nakazanej technologii w zakresie urabiania) lub/i w zakresie profilaktyki technicznej zorientowanej na strumień emitowanego pyłu (wstępne nawilżanie pokładów, zraszanie, stosowanie odpylaczy). Wymienione poziomy bezpieczeństwa warunkują minimalizację stężenia zapylenia przy określonym strumieniu emitowanego pyłu,
10. $[eq \vee \overline{PB}_{PT_{we};rg;KA;zd}^P]$ - roboty górnicze emitujące pył, a przebiegające przy możliwych deficytach bezpieczeństwa w zakresie profilaktyki technicznej zorientowanej na wentylację lub/i roboty górnicze lub/i zorientowanej na kontrolę automatyczną czy zdalne sterowanie. Wymienione poziomy bezpieczeństwa zapewniają uzyskanie nakazanych stanów wentylacyjnych, bądź stanów w zakresie technologii urabiania zapewniających minimalizację strumienia emitowanego pyłu oraz stanu automatycznego wyłączenia z ruchu urządzenia pyłącego, nie dopuszczając do nie kontrolowanego stężenia zapylenia lub/i odsunięcia załogi od respirabilnego pyłu,
11. $[eq_z \vee \overline{PB}_{PT_{st}}^c]$ - wpływ załogi na roboty górnicze przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie stosowania profilaktyki technicznej zorientowanej, przykładowo na stosowanie: wstępnego nawilżania pokładów, zraszania czy zastosowania odpylaczy. Wymienione poziomy bezpieczeństwa zapewniają wdrożenie techniki minimalizującej emisję respirabilnego pyłu,
12. $[eq_d \vee \overline{PB}_{K_g}^c]$ - wpływ dozoru na roboty górnicze przy możliwym deficycie w zakresie kontroli robót górniczych przez dozór,
13. $[dq_k \vee \overline{PB}_{PT_{we};rg;KA;zd;K_t}^c]$ - wpływ kierownictwa na ruch ZG przy możliwych deficytach w zakresie profilaktyki technicznej zorientowanej na wentylację, roboty górnicze, kontrolę automatyczną, zdalne sterowanie oraz w zakresie kontroli ruchu ZG przez jego kierownictwo. Wymienione poziomy bezpieczeństwa odnoszą się do wpływu kierownictwa i wyższego dozoru ZG na wentylację, roboty górnicze, kontrolę automatyczną czy zdalne sterowanie lub dotyczą wdrożenia i kontroli stosowania najnowszych technologii w zakresie zwalczania pyłów respirabilnych,

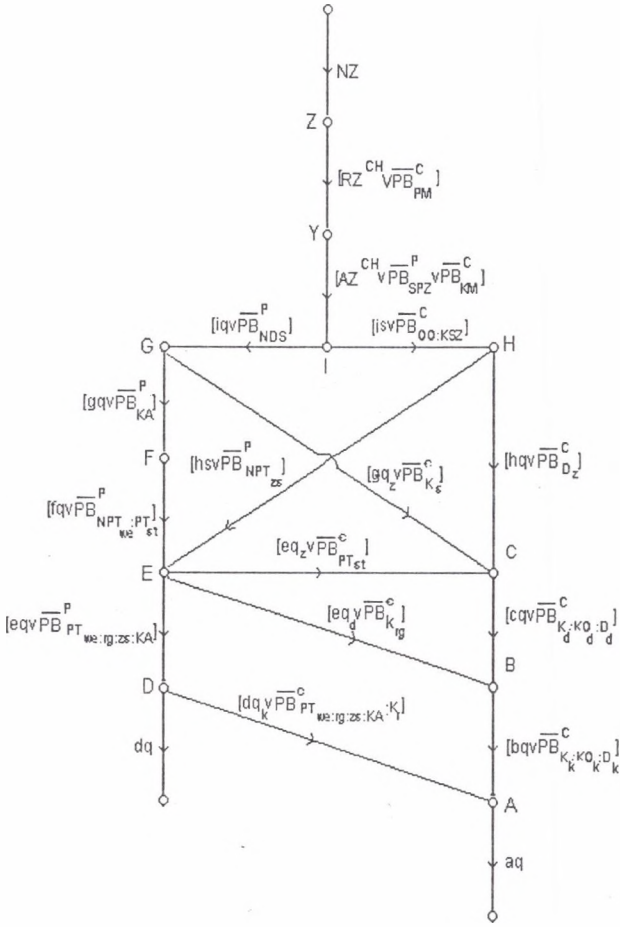
14. $[cq \vee \overline{PB}_{K_z:KO_z:D_d}^c]$ - prowadzenie robót górniczych przez załogę przy możliwych deficytach bezpieczeństwa w zakresie kontroli lub/i kształtowania osobowości załogi przez dozór lub/i w zakresie decyzji podejmowanych przez dozór. O ile stan zagrożenia pyłami respirabilnymi i działanie załogi nie są dozorowi dostatecznie znane, to występuje deficyt w zakresie kontroli załogi przez dozór, zaś jeśli jest znany, to występuje deficyt w zakresie podejmowanych decyzji. Deficyt w zakresie kształtowania osobowości załogi, tj. szkolenia, informowania załogi przez dozór, warunkuje jej niepożądane działanie. Kształtowanie osobowości załogi następuje przez bezpośredni kontakt z osobami dozoru lub/i przez oddzielne szkolenie,

15. $[bq \vee \overline{PB}_{K_d:KO_d:D_k}^c]$ - prowadzenie robót górniczych przez dozór przy możliwym deficycie bezpieczeństwa w zakresie kontroli i kształtowania osobowości dozoru przez kierownictwo lub/i decyzji podejmowanych przez kierownictwo. O ile stan zagrożenia pyłami respirabilnymi i działanie dozoru w tym zakresie nie są kierownictwu dostatecznie znane, to występuje deficyt w zakresie kontroli, zaś jeśli jest znany, to występuje deficyt w zakresie decyzji podejmowanych przez kierownictwo. Kształtowanie osobowości dozoru następuje przez bezpośredni kontakt osób dozoru z kierownictwem lub/i przez szkolenie odbywające się w innych cyklach niż szkolenie załogi.

Przyczynami analizowanego następstwa zdarzeń są zdarzenia: dq - ruch ZG i aq - prowadzenie ruchu ZG przez kierownictwo, które nie będą rozpatrywane.

W wyniku przeprowadzonej analizy retrospektywnej otrzymano 15 zdarzeń niepożądanych warunkujących następstwo zdarzeń poprzedzające pylicę. Ocena występujących zagrożeń pylicą może więc być dokonana na podstawie analizy możliwych zdarzeń niepożądanych w obowiązującej strukturze realizacyjnej zwalczania zapylenia w rozpatrywanym ZG, na całej długości koniecznego następstwa zdarzeń poprzedzającego pylicę.

Rys.1 przedstawia model zagrożeń pylicą, tj. niepożądanego następstwa zdarzeń poprzedzającego pylicę, w którym węzły grafu oznaczają wyselekcjonowane warunki półdeterministyczne niepożądanego następstwa zdarzeń, a gałęzie możliwe zdarzenia niepożądane, które następnie w węzłach tworzą składniki istotne kolejnych lub przyszłych warunków półdeterministycznych następstwa zdarzeń w ZG. Rozróżnia się generalnie trzy stany zagrożeniowe w zakładzie górniczym poprzedzające pylicę, tj. nie kontrolowane stężenie



Rys. 1. Model względnego zagrożenia poprzedzającego pylicę
Fig. 1. Model of the relative hazard preceding the colliers lung

zapylenia pyłami respirabilnymi, nie kontrolowaną ekspozycję załogi na respirabilny pył i deficyty w zakresie profilaktyki i kontroli medycznej, które uwzględniła przedstawiony model zagrożeń pyłami kolagenowymi.

2. Podsumowanie

Wychodząc od nieodwracalnych zmian chorobowych NZ, na podstawie przeprowadzonej analizy retrospektywnej [1,2], określono 11 półdeterministycznych warunków, od Z do A, możliwego niepożądanego następstwa zdarzeń poprzedzającego pylicę (wzór 1 i węzły grafu na rys.1).

Skutki pośrednie analizowanego następstwa zdarzeń tworzy 15 zdarzeń niepożądanych (gałęzie grafu), tworzące z kolei składniki istotne następnych lub przyszłych warunków półdeterministycznych następstwa zdarzeń (gałęzie grafu).

Przeprowadzona analiza zdarzeń niepożądanych obejmuje 3 zasadnicze stany zagrożeniowe w ZG, a poprzedzające pylicę, tj. nie kontrolowane stężenie zapylenia pyłami respirabilnymi, nie kontrolowaną ekspozycję załogi na respirabilny pył i deficyty bezpieczeństwa w zakresie profilaktyki lub kontroli medycznej.

LITERATURA

1. Cichowski E., Armbruster L.: Systematische Sicherheitstechnik im Steinkohlenbergbau - ein Modell. Glückauf-Forschungshefte 57 (1996) nr 1, Essen.
2. Cichowski E.: O ocenie zagrożenia pylicą w rozpatrywanym ZG. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej na temat „Zwalczania zagrożeń pyłowych, ochrony osobiste w górnictwie”. GIG.Szczyrk 22-24 maj 1996.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Karol Reich

Wpłynęło do Redakcji 10.10.1996 r.

Abstract

Starting from the undesirable final effects a retrospective analysis of the semideterministic sequence of events was made [1,2]. Eleven semideterministic conditions of the unwanted sequence of events from Z... to A preceding the collier's lung, was determined (formula 1, nodes of the graph). Successively indirect effects of the sequence of events generate 15 undecorable events (branches of the graph), which later change into causes, sometimes into principal conditions of the next or future conditions of the semideterministic sequence of events.

The analysis of the undesirable sequence of events include 3 basic states of the dust hazard in a coal mine, preceding occupational diseases, that is the uncontrolled dust concentration, the uncontrolled dust exposition of the crew and safety deficits in the range of medical examination and prophylaxis.