

Edward CICHOWSKI, Zbigniew ŻURAKOWSKI

MODELE BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY ORAZ ZAGROŻENIA W ZMECHANIZOWANYCH WYROBISKACH ŚCIANOWYCH O WYSOKIEJ KONCENTRACJI WYDOBYCIA

Streszczenie. Istotą opracowania jest koncepcja spójnego modelu kompleksowego bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zagrożenia w ujęciu logicznym, w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania. Przeprowadzone na tej podstawie szczegółowe rozważania mogą stanowić podstawę opracowania algorytmu postępowania i programu komputerowego dotyczącego bezpieczeństwa i higieny pracy przy zwiększonym wydobywaniu. Bezpieczeństwo i higienę pracy w rozważanym zakresie określają poziomy bezpieczeństwa, determinowane obowiązującymi przepisami BHP - ustanowione i utrzymywane na całej długości losowego łańcucha zdarzeń poprzedzającego wypadki przy pracy, choroby zawodowe i szkody materialne. Omówiono wpływ technosfery, litosfery, atmosfery i całej załogi zakładu górniczego na zagrożenie występujące w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania.

MODELS OF SAFETY AND OCCUPATIONAL HYGIENE, AS WELL AS HAZARDS IN MECHANIZED LONGWALL EXCAVATIONSWITH HIGH CONCENTRATION OF EXTRACTION

Summary. The essence of the elaboration is a concept of a coherent complex model of safety and occupational hygiene as well as hazard in a logical approach, in mechanized longwall excavations with high concentration of extraction. The detailed considerations carried out on this basis, can constitute the foundation for the formulation of an algorithm of procedure and computer programme referring to the safety and occupational hygiene at increased extraction. Safety and occupational hygiene within the range considered is defined by the safety levels determined by the obligatory regulations { BHP } - established over the whole length of random chain of events preceding injuries at work, occupational diseases and material damages. Discussed are the effects of technosphere, lithosphere, atmosphere and the whole personnel of the mining establishment, on the hazards occurring in mechanized longwall excavations with high concentration of extraction.

МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА, А ТАКЖЕ УГРОЗЫ В МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЛАВАХ С ВЫСОКОЙ ДОБЫЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Резюме. В статье описывается концепция логической модели комплексной безопасности и охраны труда, а также угрозы, появляющиеся в механизированных лавах с высокой добычной производительностью. Представленные на этой основе рассуждения положены в основу разработки алгоритма и создания программы расчета безопасности и охраны труда при увеличении объема добычи. Безопасность охраны труда в рассматриваемых условиях определяют детерминирующие уровни безопасности, нормированные ПТБ в угольных шахтах – установленные и поддерживаемые по всей длине вероятностной цепи случаев, опержающих несчастные случаи, профессиональные заболевания и потери в добычном процессе. Учтено влияние техносферы, литосферы, атмосферы и всего коллектива предприятия горнодобывающей промышленности на угрозы, появляющиеся в механизированных лавах с высокой добычной производительностью.

1. WPROWADZENIE

W polskim górnictwie węgla kamiennego w najbliższym czasie musi nastąpić głęboka restrukturyzacja, zmierzającą do zwiększenia średniego dobowego wydobywania ze ściany do 8-12 tysięcy ton. Wymagać to będzie wprowadzenia wysoko wydajnego wyposażenia, które umożliwi taki wzrost wydobywania.

Zwiększone wydobywanie oraz wprowadzone nowoczesne wyposażenie spowodują narastanie zagrożenia dla załogi i zakładu górniczego ze strony technosfery, litosfery i atmosfery.

Zachodzi więc pilna potrzeba kompleksowego podejścia do bezpieczeństwa i zagrożenia w zmechanizowanych ścianach o wysokiej koncentracji wydobywania.

W przedstawionych rozważaniach stosuje się podstawowe funktory logiczne: koniunkcji \wedge , alternatywy \vee , równoważności \equiv , implikacji \Rightarrow i negacji $\bar{\quad}$ [4].

Bezpieczne warunki pracy w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania określa pewien ciąg zdarzeń pożądanych zmierzający do celu nadrzędnego, jakim jest bezzagrożeniowe wydobywanie [8] zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP.

Zdarzenia pożądane stanowią składniki istotnego koniecznego następstwa zdarzeń, zachodzące przy utrzymywanych poziomach bezpieczeństwa, determinowanych obowiązującymi przepisami BHP.

Cel nadrzędny, z prakseologicznego punktu widzenia, jest to stan rzeczy, jaki zamierzamy osiągnąć przez realizację celów pośrednich, stanowiących wektor o określonej liczbie zdarzeń pożądanych [6].

Cel nadrzędny osiągamy łącząc w łańcuchy zdarzeń za pomocą funktorów logicznych zdarzenia w sferze materialnej oraz związane z nimi niezbędne działania.

Dotyczy to zarówno parametrów środowiska pracy, jak i działania załogi na całej długości możliwego następstwa zdarzeń poprzedzającego wypadki W, choroby zawodowe Ch i szkody materialne Sm.

Zbudowanie systemu zmierzającego do uniknięcia w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania rozpatrywanej szkodliwości wymaga uprzedniego wyznaczenia koniecznego łańcucha zdarzeń Π_k , poprzedzającego rozpatrywaną szkodliwość [1].

2. KONIECZNE NASTĘPSTWO ZDARZEŃ

Wychodząc od rozpatrywanej szkodliwości można przeprowadzić analizę retrospektywną koniecznego następstwa zdarzeń poprzedzającego te niepożądane skutki ostateczne w celu wyznaczenia koniecznego (losowego) łańcucha zdarzeń:

$$(W \vee Ch \vee Sm) \Rightarrow \Pi_k \quad (1)$$

Zgodnie z prawem transpozycji [7] i jednym z praw de Morgana logiczne zaprzeczenie koniecznego łańcucha zdarzeń, wynikające z zaprzeczenia któregośkolwiek składnika istotnego kolejnych warunków koniecznych, implikuje zaprzeczenie skutków ostatecznych:

$$\overline{\Pi_k} \Rightarrow (\overline{W} \wedge \overline{Ch} \wedge \overline{Sm}) \quad (2)$$

Logiczne zaprzeczenie nie oznacza jednak rzeczywistego zaprzeczenia rozpatrywanego koniecznego łańcucha zdarzeń Π_k niepożądanych skutków ostatecznych.

Rzeczywiste zaprzeczenie skutków ostatecznych może tylko wynikać z wprowadzenia dodatkowych czynników do rozpatrywanych wyrobisk ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania, stwarzających warunki regresywne (nie sprzyjające) dla niepożądanego następstwa zdarzeń. Rozważania takie będą prowadzone w dalszym ciągu artykułu.

3. BEZPIECZEŃSTWO A ZAGROŻENIE

Podczas procesu wydobywczego, w eksploatowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania, występuje rzeczywiste, bezwzględne zagrożenie dla załogi i wydobywania, którego istnienie odzwierciedla prowadzona statystyka powstałej szkodliwości. Istnieje znaczna różnorodność zagrożeń dla załogi i wydobywania ze strony litosfery, technosfery [2] i atmosfery [3].

Część wypadków związana jest z uprzednimi awariami technicznymi i górniczymi, które oprócz urazów mogą spowodować znaczne szkody materialne i nieraz poważne zakłócenie procesu wydobywczego. Oprócz czynnika materialnego, na rozpatrywane niepożądane następstwo zdarzeń poprzedzające szkodliwość decydująco wpływa działanie załogi.

Stan w środowisku pracy, będący skutkiem działania, definiuje się jako sprawstwo, które może być progresywne (sprzyjające) lub regresywne (nie sprzyjające) dla niepożądanego następstwa zdarzeń.

Zagrożenie bezwzględne stanowią wszelkie stany, występujące w ścianach zmechanizowanych o wysokiej koncentracji wydobywania (na ogół nie znane) zarówno po stronie czynnika materialnego, jak i ludzkiego (sprawstwo progresywne dla niepożądanego następstwa zdarzeń), które mogą warunkować niepożądane skutki.

Sformułowana w ten sposób definicja zagrożenia bezwzględnego pozwala jedynie wypowiadać się na podstawie statystyki odnośnie do rozmiarów występującego zagrożenia, natomiast nie umożliwia wnioskowania dotyczącego profilaktyki zorientowanej na zagrożenie bezwzględne występujące w ścianach zmechanizowanych o wysokiej koncentracji wydobywania.

Bezpieczeństwo natomiast przedstawia określony stan w zmechanizowanym wyrobisku ścianowym, stworzony dzięki ustanowionym i utrzymywanym poziomom bezpieczeństwa tak po stronie parametrów środowiska pracy PB_i^p , jak i po stronie załogi zakładu górniczego

(sprawstwo regresywne) PB_j^c , a mający na celu wyeliminowanie lub maksymalne ograniczenie ujemnego wpływu środowiska pracy na załogę i wydobywanie. Jest to bezpieczeństwo względne, wynikające z aktualnego poziomu poznania i opanowania zagrożenia bezwzględnego [9].

W związku z tym zachodzi potrzeba wprowadzenia pojęcia zagrożenia względnego, definiowanego jako deficyt bezpieczeństwa, który tworzą wszelkie odchylenia od nakazanych poziomów bezpieczeństwa.

W rozpatrywanym środowisku ściany zmechanizowanej mogą więc występować tylko dwa przeciwstawne (wykluczające się) względne stany: bezpieczeństwo lub zagrożenie względne na obecnym etapie poznania zagrożenia bezwzględnego, zgodnie z prawem wyłącznego środka.

Przykładowo:

$$PB_j^c \vee \overline{PB_j^c} \equiv \quad (3)$$

lub:

$$PB_j^p \vee \overline{PB_j^p} \equiv \quad (4)$$

Przyjęcie prawa wyłącznego środka stanowi znaczne uproszczenie w stosunku do rzeczywistości; jest jednak akceptowane w obowiązujących przepisach BHP. Rozważania na ten temat będą prowadzone w dalszej części artykułu.

Jeśli powstała szkodliwość w zmechanizowanym wyrobisku ścianowym o wysokiej koncentracji wydobywania, to przedtem musiał się pojawić konieczny łańcuch zdarzeń, który może przebiegać przez trzy kolejne fazy:

- bezzagrożeńową BZa, którą określają przyjęte poziomy bezpieczeństwa $PB_i^p \wedge PB_j^c$ i w której realizowane są bezpieczeństwo i higiena pracy,
- zagrożenia umownego ZaU, w której występują deficyty bezpieczeństwa i higieny pracy $\overline{PB_i^p} \vee \overline{PB_j^c}$, bez chwilowej możliwości szkodliwości,
- zagrożenia pełnego ZaP, w której występują deficyty bezpieczeństwa i higieny pracy $\overline{PB_i^p} \vee \overline{PB_j^c}$, z chwilową możliwością szkodliwości.

Fazę bezzagrożeniową BZa determinuje zbiór zdarzeń:

$$BZa \equiv \left\{ \left(PB_1^p \wedge PB_2^p \wedge \dots \wedge PB_i^p \right) \left(PB_1^c \wedge PB_2^c \wedge \dots \wedge PB_j^c \right) \right\} \quad (5)$$

$(i, j = 1, 2, \dots, n \quad n \in \mathbb{N})$

gdzie:

i - liczba przyjętych poziomów bezpieczeństwa na obecnym etapie poznania rozpatrywanego zagrożenia bezwzględnego w zakresie parametrów środowiska pracy,

j - liczba przyjętych poziomów bezpieczeństwa na obecnym etapie poznania rozpatrywanego zagrożenia bezwzględnego w zakresie sprawstwa regresywnego (nie sprzyjającego) dla niepożądanego następstwa zdarzeń.

Wzór ten wyraża definicję względnego bezpieczeństwa w rozpatrywanym środowisku pracy.

Zaś fazy zagrożenia $ZaU \vee ZaP$ determinuje zbiór zdarzeń:

$$ZaU \vee ZaP \equiv \left\{ \left(\overline{PB_1^p} \vee \overline{PB_2^p} \vee \dots \vee \overline{PB_i^p} \right) \vee \left(\overline{PB_1^c} \vee \overline{PB_2^c} \vee \dots \vee \overline{PB_j^c} \right) \right\} \quad (6)$$

Pojawienie się chociażby jednego deficytu bezpieczeństwa (negacja nakazanego poziomu bezpieczeństwa) inicjuje fazę zagrożenia w rozpatrywanym wyrobisku ścianowym. Wzór ten wyraża definicję fazy zagrożenia.

4. UOGÓLNIONE MODELE BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY ORAZ ZAGROŻENIA

Stan bezpieczeństwa uzyskany w środowisku pracy dzięki ustanowionym i utrzymywanym poziomom bezpieczeństwa, w warunkach eksploatacji ścian o wysokiej koncentracji wydobywania stwarza uwarunkowanie regresywne dla niepożądanego następstwa zdarzeń. Umożliwia to podejście półdeterministyczne do rozpatrywanego środowiska pracy [1].

W świetle tej metody środowisko pracy może być klasyfikowane alternatywnie: spełnia lub nie spełnia warunków bezpieczeństwa [5].

Utrzymywanie nakazanych poziomów bezpieczeństwa umożliwia negację poszczególnych składników istotnych losowej konieczności następstwa zdarzeń poprzedzającego szkodliwość:

$$\left(\overline{\Pi} \equiv \{ \overline{\Pi}_k \wedge BZa \} \right) \Rightarrow \overline{W} \wedge \overline{Ch} \wedge \overline{Sm} \quad (7)$$

gdzie $\overline{\Pi}$ - półdeterministyczny łańcuch zdarzeń pożądanych.

Powoduje to przerwanie losowego łańcucha zdarzeń i negację skutków ostatecznych. Wzór (7) przedstawia uogólniony model bezpieczeństwa i higieny pracy lub inaczej w przypadku rozpatrywanego zmechanizowanego wyrobiska ścianowego o wysokiej koncentracji wydobywania - model celowej techniki bezpieczeństwa i higieny pracy.

Szczegółowa jego postać opracowana dla zmechanizowanych wyrobisk ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania może stanowić podstawę do przeprowadzenia kompleksowej analizy prospektywnej bezpieczeństwa w tych wyrobiskach. Może również stanowić uzasadnioną podstawę do ustanowienia nowego lub zaostrożenia już istniejącego poziomu bezpieczeństwa.

Zgodnie z prawem transpozycji i prawami de Morgana otrzymuje się ogólny model zagrożenia względnego (wzór 4):

$$W \vee Ch \vee Sm \Rightarrow \Pi_k \Rightarrow \left[\Pi \equiv \{ \Pi_k \vee (ZaU \vee ZaP) \} \right] \quad (8)$$

Wymieniony wzór można odczytać następująco:

Szkodliwość w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania implikuje (koniecznie poprzedza) konieczny łańcuch zdarzeń Π_k , a ten z kolei na zasadzie symplicyfikacji dla alternatywy implikuje półdeterministyczny łańcuch zdarzeń Π równoważny alternatywie koniecznego łańcucha zdarzeń lub/i możliwych deficytów bezpieczeństwa zarówno po stronie parametrów środowiska pracy, jak i w zakresie sprawstwa (sprawstwa progresywnego, sprzyjającego niepożądanemu następstwu zdarzeń), na obecnym etapie poznania zagrożenia bezwzględnego.

W zmechanizowanym wyrobisku ścianowym o wysokiej koncentracji wydobywania, w którym wskutek niedostatecznego rozpoznania występującego zagrożenia bezwzględnego Za_b nie ustanowiono jeszcze odpowiednich poziomów bezpieczeństwa PB_{ii}^p oraz $PB_{1,j}^c$, w stosunku

do wszystkich składników istotnych warunku koniecznego, w przypadku tych zdarzeń model celowej techniki bezpieczeństwa przedstawia jedynie logiczną możliwość przerwania losowego następstwa zdarzeń.

Można stwierdzić, że im wyższy jest poziom poznania zagrożenia bezwzględne, tym większa jest liczba ustanowionych poziomów bezpieczeństwa $PB_{E_j}^c$ po stronie załogi i parametrów środowiska pracy PB_{li}^p . Przyjęte poziomy bezpieczeństwa na ogół stanowią kompromis pomiędzy dopuszczalnym jeszcze ryzykiem zawodu a wymogami produkcji.

Istnieje konieczność stałej weryfikacji przyjętych poziomów bezpieczeństwa opartej na konkretnych badaniach stanu bezpieczeństwa i zdrowia załogi, z jednoczesnym badaniem czynników, które mogą wpływać na powstanie szkodliwości.

Wyznaczone poziomy bezpieczeństwa powinny obejmować zarówno zagrożenia ze strony litosfery, technosfery [2] i atmosfery [3] i być do przyjęcia z punktu widzenia technicznych możliwości ich realizacji; powinny jednak dopingować do stałego podnoszenia poziomu bezpieczeństwa wydobywania w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Należy przeprowadzić analizę retrospektywną koniecznego następstwa zdarzeń poprzedzającego rozpatrywaną szkodliwość w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania w celu wyznaczenia szczegółowego koniecznego łańcucha zdarzeń.

Zgodnie z przyjętą definicją bezpieczeństwa, maksymalne ograniczenie ujemnego wpływu środowiska pracy na załogę można uzyskać utrzymując kompleksowo odpowiednie poziomy bezpieczeństwa PB, na całej długości koniecznego łańcucha zdarzeń Π_k , zorientowane zarówno na parametry środowiska pracy PB^p , jak i na załogę PB^c (sprawstwo regresywne).

Nakazane poziomy bezpieczeństwa stwarzają warunki regresywne (nie sprzyjające) dla niepożądanego następstwa zdarzeń. Analogicznie do rozważań prowadzonych w pkt 4, otrzymuje się warunek półdeterministyczny następstwa zdarzeń na obecnym etapie poznania rozpatrywanego zagrożenia bezwzględne:

$$\overline{\Pi} \equiv \overline{\Pi}_k \wedge \left(\text{PB}_{li}^p \wedge \text{PB}_{lj}^c \right) \Rightarrow \overline{\Pi}_k \Rightarrow \overline{W} \wedge \overline{Ch} \wedge \overline{Sm} \quad (9)$$

(i, j = 1, 2, ..., n \quad n \in \mathbb{N})

gdzie: $\overline{\Pi}$ - zaprzeczenie półdeterministycznego łańcucha niepożądanych zdarzeń (łańcuch zdarzeń pożądaných),

$\overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_{li}^p \equiv \overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_1^p \wedge \text{PB}_2^p \wedge \dots \wedge \text{PB}_i^p$ - zdarzenia pożądane, czyli składniki istotne warunku koniecznego, zachodzące przy utrzymywanych poziomach bezpieczeństwa, dotyczących parametrów środowiska pracy,

$\overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_{lj}^c \equiv \overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_1^c \wedge \text{PB}_2^c \wedge \dots \wedge \text{PB}_j^c$ - zdarzenia pożądane, czyli składniki istotne warunku koniecznego, zachodzące przy utrzymywanych poziomach bezpieczeństwa, dotyczących czynnika ludzkiego, czyli przy sprawstwach regresywnych.

Wzór (9) przedstawia model bezpieczeństwa, inaczej ogólny model celowej techniki bezpieczeństwa i higieny pracy. Z tak przedstawionego modelu bezpieczeństwa i higieny pracy wynika, że tylko kompleksowe utrzymywanie w warunkach ruchowych zmechanizowanego wyrobiska ścianowego o wysokiej koncentracji wydobywania nakazanych poziomów bezpieczeństwa zapewnia stan względnego bezpieczeństwa na obecnym etapie poznania zagrożenia bezwzględnego.

Szczegółowa postać wzoru (9) może stanowić podstawę do opracowania algorytmu postępowania i programu komputerowego dotyczącego kompleksowego bezpieczeństwa i higieny pracy w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o wysokiej koncentracji wydobywania.

LITERATURA

1. Cichowski E.: Zagrożenie pyłowe w górnictwie węgla kamiennego model celowej techniki bezpieczeństwa. ZN Politechniki Śl. nr 211, Gliwice 1993 r.
2. Cichowski E.: Technical hazards - a model of purposeful safety technics. I Międzynarodowa Konferencja Grafy & Mechanika. Ustroń 1993 r.

3. Cichowski E., Frycz A., Kolarczyk M.: Zwalczenie zapylenia w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych o dużej koncentracji wydobywania. XIX Tydzień Techniki. 3 - Seminarium. Moszczenica 1993 r.
4. Kuratowski K.: Wstęp do teorii mnogości i topologii. PWN, Warszawa 1965 r.
5. Muszewski J.: Bezpieczeństwo konstrukcji budowlanych. Wyd. Arkady, Warszawa 1970 r.
6. Nowakowska M.: Teoria działania: algebra celów i algebra sposobów. Prakseologia nr 1, Warszawa 1975 r.
7. Pasenkiewicz K.: Logika ogólna. PWN, Warszawa 1968 r.
8. Pszczołowski T.: Celowość, skuteczność, efektywność. Prakseologia nr 3, Warszawa 1977 r.
9. Reich K.: Górnicze pneumatyczne urządzenia strumienicowe do zwalczania lokalnych zagrożeń gazowo-pyłowych w kopalniach podziemnych. ZN Pol. Śl. s. Górnictwo, z.196.
10. Słownik języka polskiego. PWN, Warszawa 1978 r.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Karol Reich

Wpłynęło do Redakcji 11 października 1995 r.

Abstract

In accordance with the assumed definition of safety, the maximum restriction of the negative effect of the work environment on the personnel can be achieved through maintaining complexly suitable safety levels $PB \{ SL \}$ over the whole length of the necessary chain of events, oriented both on the parameters of the work environment PB^p , and the personnel PB^c { regressive causation}. The required safety levels create regressive {unfavourable} conditions for an undesirable sequence of events.

Analogically to the considerations given in chapter 4, a semideterministic condition of the present state of cognition of the considered absolute hazard is obtained

$$\overline{\Pi} \equiv \overline{\Pi}_k \wedge \left(\bigwedge_{\substack{i,j=1,2,\dots,n \\ n \in \mathbb{N}}} \left(\text{PB}_{ii}^p \wedge \text{PB}_{ij}^c \right) \right) \Rightarrow \overline{\Pi}_k \Rightarrow \overline{W} \wedge \overline{\text{Ch}} \wedge \overline{\text{Sz}} \quad (9)$$

where $\overline{\Pi}$ - negation of the semideterministic chain of undesirable events { the chain of desirable events },

$\overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_{ii}^p \equiv \overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_1^p \wedge \text{PB}_2^p \wedge \dots \wedge \text{PB}_i^p$ - desirable events , or essential components of the necessary condition , taking place at the maintained safety levels referring to the parameters of the work environment ,

$\overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_{ii}^c \equiv \overline{\Pi}_k \wedge \text{PB}_1^c \wedge \text{PB}_2^c \wedge \dots \wedge \text{PB}_j^c$ - desirable events , or essential components of the necessary condition , occurring at the maintained safety levels , referring to the human factor , that is at regressive causations .

The formula { 9 } presents the model of safety , or the general model of the advisable technics of safety and occupational hygiene . From the model of safety and occupational hygiene presented in this way it results that only complex maintaining in operational conditions , of the mechanized longwall excavation with high concentration of extraction , of the required safety levels ensures the state of relative safety at the present state of knowledge of the absolute hazard . The detailed form of the formula { 9 } can constitute the basis for the elaboration of an algorithm of procedure and computer programme referring to the complex safety and occupational hygiene in mechanized longwall excavations with high concentration of extraction.