

Wielokryterialna analiza zagrożeń ergonomicznych z ilościową oceną ryzyka dla operatora samojezdnego wozu wierząco-kotwiącego

Multi-criteria analysis of ergonomic hazards with quantitative risk assessment for the operator of drilling and bolting truck



Prof. dr hab. inż.
Waldemar Korzeniowski*)



Dr inż. Dagmara
Nowak-Senderowska*)

Treść: W artykule zaprezentowano nowe, rozszerzone podejście, w porównaniu do klasycznej oceny ryzyka zawodowego w górnictwie, podając przykład kompleksowej analizy i oceny wybranych zagrożeń na stanowisku pracy. Teoretyczny przebieg analizy i oceny przedstawiono w formie czterostopniowego algorytmu, a realizację oceny przeprowadzono na podstawie trzech wybranych zagrożeń na stanowisku operatora samojezdnego wozu wierząco-kotwiącego w kopalni rud cynku i ołowiu. Zagrożenia, które wytypowano do analizy, to warunki klimatyczne, wysiłek fizyczny i obciążenie psychosomatyczne, cechujące się ergonomiczną uciążliwością podczas wykonywania czynności roboczych. W wyniku zrealizowanej procedury dla zbadanego stanowiska pracy wskazano zalety i praktyczne możliwości wykorzystania opracowanej metodyki.

Abstract: The article presents a new, extended approach, compared to the classic occupational risk assessment in mining, giving an example of a comprehensive analysis and assessment of selected hazards at the workplace. The theoretical course of the analysis and assessment was presented in the form of a four-stage algorithm, and the assessment was carried out on the basis of three selected hazards at the operator of drilling and bolting trucks in a zinc and lead ore mine. The hazards that were selected for the analysis are climatic conditions, physical effort and psychosomatic load, characterized by ergonomic nuisance during the performance of work activities. As a result of the implemented procedure, the advantages and practical possibilities of using the developed methodology were indicated for the analyzed workplace.

Słowa kluczowe:

zagrożenia ergonomiczne, ryzyko zawodowe, bezpieczeństwo pracy, górnictwo

Keywords:

ergonomic hazards, occupational risk, work safety, mining

1. Wprowadzenie

Stanowiska pracy w kopalni podziemnej charakteryzują się dodatkowymi cechami odróżniającymi je od stanowisk w innych branżach przemysłu. W tym przypadku praca jest wykonywana niewątpliwie w trudnych, bardzo zróżnicowanych i specyficznych warunkach, spośród których najważniejsze to:

- zmienne i niekiedy trudne do przewidzenia geologiczne warunki zalegania złóż,
- istniejące zagrożenia naturalne,
- odmienne, zwykle wyższe poziomy typowych zagrożeń spotykanych w innych procesach pracy,
- duża liczba występujących czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych.

Rzetelna analiza występujących zagrożeń w każdym procesie pracy, a w szczególności w górnictwie, powinna zatem dostarczać szeregu informacji do podejmowania przedsięwzięć sterowania ryzykiem, a nie tylko być spełnieniem wymagań prawnych. Uzyskane informacje powinny być efektywnie wykorzystywane w dalszej części całego procesu oceny ryzyka, w zakresie wyznaczania dopuszczalności ryzyka czy podjęcia działań zmierzających do likwidacji lub zmniejszenia jego poziomu. Zwykle w praktyce i literaturze popularyzuje się szacowanie ryzyka zawodowego nieskomplikowanymi i „błyskawicznymi” metodami, często podając gotowe karty ryzyka, wykonane zwykle matrycowymi lub wskaźnikowymi sposobami. W celu efektywniejszego wykorzystania wyników z analizy ryzyka zawodowego w zarządzaniu bezpieczeństwem pracy na górniczych stanowiskach

*) AGH, Wydział Inżynierii Łądowej i Gospodarki Zasobami

autorzy opracowali procedurę kompleksowej oceny zagrożeń, której wyniki powinny być bardziej zrozumiałe zarówno dla pracowników, jak i dla pracodawcy oraz przydatne dla kadry zarządzającej.

2. Klasyczna ocena ryzyka zawodowego dla wybranych zagrożeń

Przedmiotem analizy w niniejszym artykule jest jedno z podstawowych i typowych stanowisk roboczych w górnictwie rud – stanowisko operatora samojezdnych maszyn wierząco-kotwiących. Jego charakterystyczną cechą jest wysoki stopień zmechanizowania procesu pracy, częściowego zautomatyzowania oraz konieczność wykonywania pewnych czynności fizycznych przez operatora. Spośród wszystkich zagrożeń, występujących na tym stanowisku, wytypowano trzy – o charakterze uciążliwym, czyli takim, które w chwili aktywacji nie stwarzają niebezpieczeństwa doznania urazu, ale w znaczący sposób wpływają na komfort pracy i samopoczucie pracownika. Należą do nich: nieodpowiednie warunki

klimatyczne, nadmierny wysiłek fizyczny oraz obciążenie psychosomatyczne.

Bardzo popularną i często stosowaną w górnictwie metodą oceny ryzyka zawodowego jest metoda Risk Score. Określenie wielkości ryzyka odbywa się sposobem półilościowym na podstawie obliczanego wskaźnika R (Kinnley i Wiruth, 1976) według wzoru:

$$R = P \cdot S \cdot E \quad [1]$$

gdzie:

- P – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia,
- S – rozmiar potencjalnych skutków zagrożenia,
- E – ekspozycja na zagrożenie.

Otrzymana w ten sposób punktowa wartość wskaźnika ryzyka jest zamieniana na kategorię ryzyka według kryteriów zawartych w tabeli 1.

Tabela 2. przedstawia wartości szacowanych parametrów „S”, „P” i „E”.

Tabela 1. Kategoryzacja i ocena ryzyka według metody Risk Score (na podst. Lis i Nowacki 2005, Jon 2007)
Table 1. Risk categorization assessment according to the Risk Score method (based on Lis and Nowacki 2005, Jon 2007)

Wartość wskaźnika R	Kategoria ryzyka	Strefa ryzyka	Zalecanie działania
1	2	3	4
poniżej 1,5	zaniedbywane	bezpieczna	żadne działanie nie jest potrzebne; aktualizacja oceny co 6 miesięcy
1,5 – 48	akceptowalne	prawie bezpieczna	działania profilaktyczne nie są potrzebne; aktualizacja oceny co 3 miesiące
49 – 270	średnie	niebezpieczna	działania profilaktyczne są wskazane, ale należy wziąć pod uwagę koszty i uzyskane efekty (realizacja w przeciągu 3 – 6 miesięcy); aktualizacja oceny co 2 miesiące
271 – 1440	poważne	szczególnie niebezpieczna	praca nie może zostać rozpoczęta; w przypadku prac już wykonywanych, ryzyko powinno zostać zredukowane w okresie 1 – 3 miesięcy w zależności od liczby osób narażonych; aktualizacja oceny co 1 miesiąc
powyżej 1440	nieakceptowane	krytyczna	praca nie może zostać rozpoczęta ani kontynuowana dopóki ryzyko nie zostanie zredukowane do poziomu akceptowalnego; aktualizacja oceny każdorazowo przed podjęciem pracy

Tabela 2. Wagi liczbowe dla parametrów „S”, „P” i „E” w metodzie Risk Score (na podst. Lis i Nowacki, 2005, Skuza 2003, Uzarczyk 2006)

Table 2. Numerical weights for parameters “S”, “P” and “E” in the Risk Score method (based on Lis i Nowacki, 2005, Skuza 2003, Uzarczyk 2006)

Rozmiar potencjalnych skutków zagrożenia „S”		Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia „P”			Ekspozycja na zagrożenie „E”	
Wartość	Opis	Wartość	Opis	Szansa [%]	Wartość	Opis
1	2	3	4	5	6	7
100	poważna katastrofa (wiele ofiar śmiertelnych)	10	bardzo prawdopodobne	50	10	stała
40	katastrofa (kilka ofiar śmiertelnych)	6	całkiem możliwe	10	6	częsta (codziennie)
15	bardzo duża (ofiara śmiertelna)	3	mało prawdopodobne, ale możliwe	1	3	sporadyczna (raz w tygodniu)
7	duża (ciężkie uszkodzenie ciała)	1	tylko sporadycznie możliwe	10-3	2	okazjonalna (raz w miesiącu)
3	średnia (absencja chorobowa)	0,5	możliwe do pomyślenia	10-4	1	minimalna (kilka razy w roku)
1	mała (udzielenie pierwszej pomocy)	0,2	praktycznie niemożliwe	10-5	0,5	znikoma (raz w roku)
		0,1	tylko teoretycznie możliwe	10-6		

Wyniki klasycznej oceny ryzyka zawodowego, przeprowadzonej metodą Risk Score, dla wybranych zagrożeń na stanowisku operatora samojezdnych maszyn wiertąco-kotwiących zamieszczono w tabeli 3.

3. Metody badawcze w proponowanej kompleksowej analizie zagrożeń

Zaproponowany tok postępowania przy kompleksowej analizie zagrożeń, zawierającej elementy oceny ryzyka zawodowego można podzielić na cztery zasadnicze etapy (rys. 1):

- etap I – identyfikacja zagrożeń zawodowych – to proces rozpoznania i charakterystyki zagrożenia, obejmujący w szczególności określenie najczęściej występujących przy-

- czyn, możliwości zaistnienia potencjalnych możliwych skutków, które wynikają z analizy czynności, sposobów i warunków wykonywania pracy przez pracownika,
- etap II – szacowanie wielkości zagrożeń zawodowych – jest procesem obliczania rozmiarów ryzyka, zgodnie z przyjętą miarą, zwykle wynikającą z zastosowanej metody oceny,
- etap III – ocena porównawcza zagrożeń zawodowych – polega na wzajemnym porównaniu wybranych parametrów zagrożeń według przyjętych kryteriów oceny i skali porównawczej,
- etap IV – kompilacja zagrożeń zawodowych – obejmuje ustalenie poziomu ryzyka, wynikającego z występowania analizowanych zagrożeń.

Tabela 3. Wyniki oceny ryzyka zawodowego metodą Risk Score dla zagrożeń ergonomicznych na stanowisku operatora samojezdnych maszyn wiertąco-kotwiących

Table 3. Results of the occupational risk assessment using the Risk Score method for ergonomic hazards in the position of an operator of drilling and bolting machines

Rodzaj zagrożenia	Konsekwencje aktywizacji zagrożenia (możliwe skutki)	Stosowana profilaktyka (podjęte działania) stosowane środki ochrony zbiorowej i indywidualnej	Składowe do obliczenia poziomu ryzyka	Obliczony poziom ryzyka (dopuszczalność ryzyka)	Uwagi /zalecenia
1	2	3	4	5	6
nadmierny wysiłek fizyczny	absencja z powodu urazu lub choroby układu ruchu	szkolenia, instruktaże przestrzeganie przedmiotowych instrukcji i regulaminów, przestrzeganie obowiązujących normatywów i zasad BHP podczas dźwigania i przenoszenia ciężarów, badania lekarskie	S = 3 – średnia E = 6 – codzienna P = 1 – tylko sporadycznie możliwe	R = 18 akceptowalne (ryzyko dopuszczalne)	działania profilaktyczne nie są potrzebne; aktualizacja oceny co 3 miesiące
obciążenie psychosomatyczne	absencja z powodu nerwic, choroby układu pokarmowego lub krążenia, bezsenność	przestrzeganie przez pracowników zasad bezpiecznej pracy, regulaminu pracy oraz zasad współdziałania przy pracach zespołowych, szkolenia, wypoczynek	S = 3 – średnia E = 3 – sporadyczna P = 1 – tylko sporadycznie możliwe	R = 9 akceptowalne (ryzyko dopuszczalne)	działania profilaktyczne nie są potrzebne; aktualizacja oceny co 3 miesiące
nieodpowiednie warunki klimatyczne	absencja z powodu przeziębień	właściwa wentylacja; przerwy w pracy; odzież ochronna	S = 3 – średnia E = 0,5 – znikoma P = 0,5 – możliwe do pomyślenia możliwe	R = 0,75 zaniedbywane (ryzyko dopuszczalne)	żadne działanie nie jest potrzebne; aktualizacja oceny co 6 miesięcy



Rys 1. Zasadnicze etapy postępowania przy kompleksowej analizie zagrożeń zawodowych

Fig 1. The essential stages of the procedure in a comprehensive analysis of occupational hazards

W celu analizy i oceny zagrożeń zawodowych występujących na górniczych stanowiskach pracy zastosowano dwa narzędzia: metodę *Analytic Hierarchy Process* i metodę *Event Tree Analysis*, przy jednoczesnym wykorzystaniu właściwości mieszaniny rozkładów zmiennej losowej skokowej. Poszczególne wskaźniki liczbowe stopnia ryzyka i częstości poszczególnych zdarzeń zostały ustalone subiektywnie przez autorów na podstawie ankietowania pracowników nadzoru (metoda ekspertów) i analizy ich odpowiedzi.

Metoda AHP jest techniką z grupy wielokryterialnego podejmowania decyzji, która daje możliwość porównania między sobą analizowanych wariantów i szeregowania ich w pożądanej kolejności według wybranych kryteriów (Korzeniowski i Nowak-Senderowska 2012). Budowane i rozpatrywane tzw. drzewo hierarchiczne zawiera na szczycie cel nadrzędny w postaci poziomu ryzyka, a na niższych poziomach kryteria uznane za istotne i wpływające na ocenę. W przypadku niniejszej analizy są to możliwe skutki, uszczegółowione przez najczęstszą szkodę i najcięższą szkodę, oraz prawdopodobieństwo wystąpienia, uszczegółowione przez ekspozycję na zagrożenie i stosowane środki wobec zagrożenia. Na ostatnim poziomie struktury hierarchicznej znajdują się warianty podlegające ocenie, czyli zagrożenia zawodowe, występujące na rozpatrywanym stanowisku pracy.

W pierwszej kolejności ocenia się przyjęte kryteria, a następnie na każdym poziomie modelu drzewa, również parami analizuje się poszczególne warianty. Do samego zabiegu porównań parami wykorzystuje się skalę Saaty'ego (Saaty 1990), gdzie:

- 1 – równoważność,
- 3 – nieznaczna przewaga,
- 5 – wyraźna przewaga,
- 7 – bardzo wyraźna przewaga,
- 9 – absolutna przewaga.

Wycenę w obrębie każdej porównywanej pary zapisuje się w odpowiedniej macierzy kwadratowej o rozmiarze n , gdzie n oznacza liczbę porównywanych elementów. Po porównaniu kryteriów konieczne jest określenie ich preferencji, czyli stwierdzenie, który czynnik ma jaki wpływ na szeregowanie zagrożeń występujących na stanowisku pracy. Umożliwiają to odpowiednie formuły obliczeniowe metody AHP (Kabiesz i in. 2008).

Druga zastosowana metoda analizy to Metoda Drzewa Zdarzeń (*Event Tree Analysis*), która opiera się na graficznym modelu zależności przyczynowo-skutkowych, rozpoczynającym się pewnym zdarzeniem inicjującym i przedstawiającym wszystkie możliwe zdarzenia pośrednie, będące następstwami zdarzenia początkowego. W różnych miejscach drzewa zdarzeń znajdują się punkty rozgałęzi, jako następstwa pewnych zdarzeń. Zwykle zdarzenia zakończone powodzeniem przedstawia się jako „gałąź” prowadzoną w górę, a kończące się niepowodzeniem w dół. Scenariusz powstawania szkody na zdrowiu to ciąg wyodrębnionych zdarzeń doprowadzających do zaistnienia szkód na zdrowiu pracownika. Ostatnim elementem scenariusza są skutki, stanowiące szkody na zdrowiu pracownika, rozumiane jako:

- W_0 – brak urazu,
- W_1 – uraz powodujący niezdolność do pracy do 33 dni,
- W_2 – uraz powodujący niezdolność do pracy powyżej 33 dni,
- W_3 – choroba zawodowa/inwalidztwo,
- W_4 – śmierć.

Odpowiednie wykorzystanie techniki drzewa zdarzeń umożliwia przedstawienie wyników jako funkcji rozkładu zmiennej losowej dyskretnej, a zastosowanie techniki AHP nadanie rang zagrożeniom, co z kolei skutkuje możliwością zastosowania mieszaniny rozkładów. Własność mieszaniny rozkładów, która zostanie wykorzystana do kompilacji ryzyka przedstawia poniższa zależność:

$$P(X=W_i) = ap_1(X=W_i) + bp_2(X=W_i) + \dots + kp_n(X=W_i) [2]$$

gdzie:

- W_i – określona kategoria szkody na zdrowiu,
- p_n – prawdopodobieństwo wystąpienia określonej kategorii szkody w wyniku realizacji scenariusza dotyczącego danego zagrożenia,
- a, b, ..., k – współczynniki określające wpływ danego zagrożenia na poziom ryzyka na stanowisku, uzyskane na podstawie wektorów priorytetów cząstkowych \bar{w}_i odpowiednich macierzy.

4. Kompleksowa analiza i ocena ryzyka wybranych zagrożeń

W proponowanej kompleksowej ocenie ryzyka dla każdego zidentyfikowanego zagrożenia podczas pracy operatora samojezdnych maszyn wierząco-kotwiących sporządzono model rozwoju zagrożenia. Możliwość występowania zagrożenia „nieodpowiednie warunki klimatyczne” uzależniona jest od miejsca wykonywania robót przez operatora. Za zdarzenie inicjujące w scenariuszu zagrożenia przyjęto zdarzenie „wystąpienie nieodpowiednich warunków mikroklimatycznych”, a zdarzeniami pośrednimi są:

- „brak możliwości chłodzenia/ogrzewania powietrza”,
- „długotrwały pobyt pracownika”,
- „przeciążenie organizmu”.

Zagrożenie „nadmierny wysiłek fizyczny” związane jest z organizacją pracy i możliwościami fizycznymi pracownika. Zdarzeniem inicjującym dla omawianego zagrożenia jest „konieczność częstej obsługi wiertła żerdzi wiertniczej”, a kolejnymi zdarzeniami, prowadzącymi do szkody na zdrowiu pracownika:

- „brak możliwości zautomatyzowania obsługi wiertła”,
- „brak przerw odpoczynkowych”,
- „przeciążenie organizmu”.

Przebieg zagrożenia „obciążenie psychosomatyczne” zależy w dużej mierze od atmosfery panującej w zespole roboczym, a także relacji i odpowiedniego podejścia przełożonych. Za zdarzenie rozpoczynające scenariusz przyjęto zdarzenie „rywalizacja między pracownikami lub presja przełożonych”. Jako zdarzenia kolejne, decydujące o szkodzie na zdrowiu, podano:

- „niepowodzenie w realizacji zadania”,
- „zdenerwowanie pracownika”,
- „wystąpienie zmian somatycznych u pracownika”.

Procedura kompleksowego szacowania ryzyka zagrożeń obejmuje także proces wzajemnych porównań tych zagrożeń w oparciu o wypełnianie odpowiednich macierzy, przedstawionych w tabelach 4-7.

Tabela 4. Macierz porównań zagrożeń według kryterium najcięższa szkoda na stanowisku operatora samojezdnych wozów wierząco-kotwiących

Table 4. Matrix of hazard comparisons according to the criterion of the most severe damage at the position of an operator of drilling and bolting trucks

Kryterium oceny	Zagrożenia (B)	warunki klimatycz.	nadmierny wysiłek fiz.	obciążenie psychosomat.
	(A)			
Najcięższa szkoda	warunki klimatycz.	1,00	0,33	0,14
	nadmierny wysiłek fiz.	3,00	1,00	0,20
	obciążenie psychosomat.	7,00	5,00	1,00

Tabela 5. Macierz porównań zagrożeń według kryterium najczęstsza szkoda na stanowisku operator samojedźnych wozów wiercąco-kotwiących

Table 5. Matrix of hazard comparisons according to the criterion of the most frequent damage at the position of an operator of drilling and bolting trucks

Kryterium oceny	Zagrożenia (B)	warunki klimatycz.	nadmierny wysiłek fiz.	obciążenie psychosomat.
	(A)			
Najczęstsza szkoda	warunki klimatycz.	1,00	0,33	0,14
	nadmierny wysiłek fiz.	3,00	1,00	0,20
	obciążenie psychosomat.	7,00	5,00	1,00

Tabela 6. Macierz porównań zagrożeń według kryterium ekspozycja na zagrożenie na stanowisku operator samojedźnych wozów wiercąco-kotwiących

Table 6. Matrix of hazard comparisons according to the criterion of exposure to hazard at the operator of drilling and bolting trucks

Kryterium oceny	Zagrożenia (B)	warunki klimatycz.	nadmierny wysiłek fiz.	obciążenie psychosomat.
	(A)			
Ekspozycja na zagrożenie	warunki klimatycz.	1,00	0,20	0,33
	nadmierny wysiłek fiz.	5,00	1,00	3,00
	obciążenie psychosomat.	3,00	0,33	1,00

Tabela 7. Macierz porównań zagrożeń według kryterium stosowane zabezpieczenia na zagrożenie na stanowisku operator samojedźnych wozów wiercąco-kotwiących

Table 7. Matrix of hazard comparisons according to the criterion of applied protection against the hazard at the operator of drilling and bolting trucks

Kryterium oceny	Zagrożenia (B)	warunki klimatycz.	nadmierny wysiłek fiz.	obciążenie psychosomat.
	(A)			
Stosowane zabezpieczenia na zagrożenie	warunki klimatycz.	1,00	0,33	1,00
	nadmierny wysiłek fiz.	3,00	1,00	3,00
	obciążenie psychosomat.	1,00	0,33	1,00

Wykorzystując macierz porównań dla kryteriów oceny analizowanego drzewa decyzyjnego (tab. 8) oraz odpowiednie formuły obliczeniowe metody AHP, ustalono istotność przyjętych kryteriów poziomu ryzyka przy hierarchizacji wybranych zagrożeń występujących podczas pracy na stanowisku operatora samojedźnych maszyn wiercąco-kotwiących.

Tabela 8. Macierz porównań dla kryteriów oceny analizowanego procesu decyzyjnego

Table 8. Comparison matrix for the evaluation criteria of the analyzed decision-making process

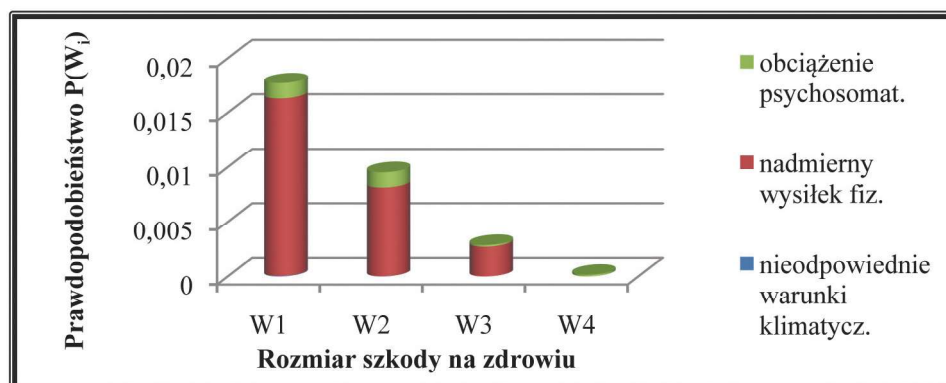
Kryteria oceny	Najczęstsza szkoda	Najczęstsza szkoda	Ekspozycja na zagrożenie	Stosowane zabezpieczenia na zagrożenie
Najczęstsza szkoda	1,00	1/7	1/3	1/9
Najczęstsza szkoda	7	1,00	5	1/3
Ekspozycja na zagrożenie	3	1/5	1,00	1/5
Stosowane zabezpieczenia na zagrożenie	9	3	5	1,00

W rankingu przyjęte kryteria oceny otrzymały następujące wagi (w_j):

- najczęstsza szkoda (w_1): 0,04,
- najczęstsza szkoda (w_2): 0,31,
- ekspozycja na zagrożenie (w_3): 0,10,
- stosowane zabezpieczenia wobec zagrożenia (w_4): 0,55.

Powyższymi wagami istotności należy skorygować wynik uzyskany ze wzajemnych porównań każdego zagrożenia według danego kryterium. Otrzymane wyniki są globalną oceną zagrożeń (według przyjętych kryteriów) i można je zaprezentować w formie rozkładu szacowanego ryzyka wystąpienia rozmiaru szkody na zdrowiu pracownika przy realizacji scenariuszy wszystkich zagrożeń, co przedstawiono na rysunku 2.

- Zaprezentowany powyżej wykres pozwala stwierdzić, że:
- najczęstszym rodzajem szkody na zdrowiu pracownika, powodowanym przez zagrożenia tej grupy, jest krótkotrwała niezdolność do pracy, czyli szkoda W_1 ,
 - znaczące prawdopodobieństwo wystąpienia szkody W_2 (niezdolność do pracy powyżej 33 dni) powodują zagrożenia „nadmierny wysiłek fizyczny” i „obciążenie psychosomatyczne”,
 - prawdopodobieństwo inwalidztwa/choroby zawodowej



Rys. 2. Rozkład szacowanego ryzyka wystąpienia rozmiaru szkody na zdrowiu pracownika przy realizacji scenariuszy zagrożeń o charakterze uciążliwości ergonomicznej na stanowisku operator wozów wiercąco-kotwiących (Korzeniowski i Nowak-Senderowska 2014)

Fig. 2. Distribution of the estimated risk of the extent of damage to the health of an employee in the implementation of risk scenarios of an ergonomic nuisance at the position of an operator of drilling and bolting trucks (Korzeniowski i Nowak-Senderowska 2014)

(szkody W_3) wynika z występowania zagrożenia „nadmierny wysiłek fizyczny”, natomiast śmierci (szkoda W_4) z zagrożeniem „obciążenie psychosomatyczne”;

- zagrożeniem o minimalnym wpływie na poziom ryzyka zawodowego są „nieodpowiednie warunki klimatyczne”.

Badania przeprowadzone według opracowanego sposobu umożliwiają także hierarchizację zagrożeń. Ich wzajemne porównania w kontekście uciążliwości ergonomicznej, zidentyfikowane na stanowisku pracy operatora samojezdnych maszyn wierząco-kotwiących, wskazują, że:

- najistotniejszym zagrożeniem na tym stanowisku jest zagrożenie „nadmierny wysiłek fizyczny”, otrzymując wskaźnik 46%,
- drugim w kolejności istotnym zagrożeniem, ze wskaźnikiem 39%, jest „obciążenie psychosomatyczne”,
- najniższy wskaźnik ryzyka zawodowego równy 15% przypisano zagrożeniu „nieodpowiednie warunki klimatyczne”.

5. Podsumowanie

Z analiz, przeprowadzonych dwoma sposobami: klasycznym i kompleksowym, opartych na danych i informacjach z rzeczywistego zakładu górniczego, wynika, że dominującym spośród ocenianych zagrożeń, występujących na stanowisku operatora samojezdnych maszyn wierząco-kotwiących, jest „nadmierny wysiłek fizyczny”, a najmniej istotnym „nieodpowiednie warunki klimatyczne”.

Klasyczna ocena ryzyka zawodowego skupia się jedynie na jednym rozmiarze możliwych szkód, natomiast opracowane oryginalne autorskie podejście, wykorzystujące struktury hierarchiczne, tworzone za pomocą techniki AHP, ułatwia analizę wielokryterialną oraz pozwala na efektywne wykorzystanie otrzymanych wyników w praktyce technologii górniczych do ilościowej oceny zagrożeń na stanowisku pracy.

Metodyka oparta na opracowanym toku postępowania oceny zagrożeń na górniczych stanowiskach pracy posiada wiele zalet praktycznych, spośród których najważniejsze, to:

- możliwość efektywnej, ilościowej oceny kształtowania się poszczególnych szkód na zdrowiu, jakim może ulec pracownik podczas pracy i ich różnicowania,
- ułatwienie wyszukiwania stanowisk najbardziej zagrożonych w celu obniżenia ryzyka zawodowego,

- pomoc i przydatność dla osób szkolących i kierujących pracownikami przy informowaniu pracowników o ryzyku zawodowym (Nowak-Senderowska 2014).

Ponadto zaproponowane podejście w większym stopniu niż klasyczne sposoby uwzględnia specyfikę i rzeczywiste warunki pracy w górnictwie.

Literatura

- JON J. 2007 – Ocenianie ryzyka zawodowego 315[01].Z4.02. Poradnik dla ucznia. Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom.
- KABIESZ J., TUREK M., DRZEWIECKI J., MAKÓWKA J. 2008 – Ocena innowacyjności technologii eksploatacji węgla kamiennego metodą AHP. „Gospodarka surowcami mineralnymi” z. 1-2/2008, 103-123.
- KINNLEY G.F., WIRUTH A.D. 1976 – Practical Risk Analysis for Safety Management. Naval Weapons Centre, China Lake.
- KORZENIOWSKI W., NOWAK-SENDEROWSKA D. 2012 – Możliwości wykorzystania metody AHP do określania wpływu poszczególnych zagrożeń na poziom ryzyka na stanowisku pracy. „Przeгляд Górnicy” nr 68 (12), 145-151.
- KORZENIOWSKI W., NOWAK-SENDEROWSKA D. 2014 – Algorytm oceny zagrożeń zawodowych na górniczym stanowisku pracy. Rudy i Metale Nieżelazne Recykling, R. 59, nr 10, 481-488.
- LIS T., NOWACKI K. 2005 – Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy w zakładzie przemysłowym. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- NOWAK-SENDEROWSKA D. 2014 – Metodyka kompleksowego szacowania ryzyka szkody na zdrowiu pracowników na wybranych górniczych stanowiskach pracy. Praca doktorska. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Wydział Górnictwa i Geoinżynierii. Katedra Górnictwa Podziemnego, 1-228.
- SAATY T. L. 1990 – How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, no. 48, 9-26.
- SKUZA L. 2003 – Co warto wiedzieć o ryzyku zawodowym. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk.
- UZARCZYK A. 2006 – Ocena ryzyka zawodowego na stanowiskach narażonych na: czynniki szkodliwe, czynniki uciążliwe, zagrożenia wypadkowe. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk.

Artykuł wpłynął do redakcji – wrzesień 2021

Artykuł akceptowano do druku – 29.10.2021