

Joanna HERCZAKOWSKA
Politechnika Śląska, Gliwice

ZASTOSOWANIE METODY SUMY WSKAŹNIKÓW DO OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO

Streszczenie. Artykuł przedstawia przekształcone metody oceny ryzyka zawodowego, w których rangi przypisane poszczególnym kategoriom parametrów zastąpiono wskaźnikami, pozwalającymi na uproszczenie procedury szacowania ryzyka. Rozważania oparto na popularnych metodach bazujących na trzech i czterech cechach wejściowych.

OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT BY TOTAL INDICATOR METHOD APPLY

Summary. The paper presents modified methods for occupational risk, where particular category grades has been replaced by indicators for risk assessment simplification. Reflections has been based on popular three and four parameters methods.

1. Wprowadzenie

Ocena ryzyka zawodowego na podstawie kilku cech sprowadza się do przypisania odpowiedniej rangi określonym parametrom ryzyka według przyjętych założeń i wyznaczenia ryzyka zawodowego jako iloczynu tych rang. Poszczególne parametry mające wpływ na końcowy wynik oceny ryzyka określone są za pomocą pewnej charakterystyki opisowej i przypisanej im odpowiedniej rangi (wagi) wyrażonej w sposób ilościowy. Ponieważ wartości opisujące te parametry posiadają cechy porządkowe, możemy je klasyfikować w grupy o znacznym stopniu podobieństwa bez utraty ich pierwotnych właściwości [1].

2. Zastosowanie metody sumy wskaźników do oceny ryzyka zawodowego

2.1. Ocena ryzyka metodą Risk Score

Metoda Risk Score to jakościowa metoda oceny ryzyka zawodowego w miejscu pracy opracowana w USA, pierwotnie na potrzeby Marynarki Wojennej. W metodzie tej ryzyko (R) opisane jest jako iloczyn takich parametrów, jak: prawdopodobieństwo uaktywnienia się zagrożenia (P), ekspozycja na działanie zagrożenia (E) oraz prawdopodobne skutki zagrożenia (S), co można zapisać wzorem [6]:

$$R = P \cdot E \cdot S \quad (1)$$

Tabela 1

Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń (P)

Kategoria prawdopodobieństwa
Bardzo prawdopodobne
Całkiem prawdopodobne
Mało prawdopodobne, ale możliwe
Tylko sporadycznie możliwe
Możliwe do przemyślenia
Praktycznie niemożliwe
Tylko teoretycznie możliwe

Tabela 2

Ekspozycja na zagrożenie (E)

Kategoria ekspozycji	Opis ekspozycji
Stała	Cały czas pracy
Częsta	Prawie codziennie
Sporadyczna	Raz na tydzień
Okazjonalna	Raz na miesiąc
Minimalna	Kilka razy rocznie
Znikoma	Raz do roku

Tabela 3

Potencjalne skutki wystąpienia zagrożenia (S)

Kategoria strat	Opis strat
Poważna katastrofa	Wiele ofiar śmiertelnych
Katastrofa	Kilka ofiar śmiertelnych
Bardzo duże	Ofiara śmiertelna
Duże	Ciężkie uszkodzenie ciała
Średnie	Absencja
Małe	Udzielenie pierwszej pomocy

Na podstawie wyznaczonego ryzyka (R) zalicza się analizowany obiekt do jednej z pięciu stref ryzyka według schematu przedstawionego w tabeli 4.

Tabela 4

Interpretacja wskaźnika ryzyka

Kategoria ryzyka	Strefa ryzyka
Minimalne	Bezpieczne
Akceptowalne	Prawie bezpieczne
Istotne	Niebezpieczne
Niepożądane	Szczególnie niebezpieczne
Nieakceptowalne	Krytyczne

Aby uprościć tę metodę oceny ryzyka zawodowego przez zastosowanie metody sumy wskaźników:

- wartości opisowe prawdopodobieństwa **P** numerujemy symbolem i ($i=1, 2, \dots, 7$),
- wartości opisowe ekspozycji na zagrożenie **E** numerujemy symbolem j ($j=1, 2, \dots, 6$),
- wartości opisowe potencjalnych skutków wystąpienia zagrożenia **S** numerujemy symbolem k ($k=1, 2, \dots, 6$).

Takie przekształcenie umożliwi przypisanie wejściowym danym opisowym wartości liczbowych.

Tabela 5

Przyporządkowanie danym opisowym wartości liczbowych

i	Prawdopodobieństwo P	j	Ekspozycja E	k	Skutki S
1	Bardzo prawdopodobne	1	Stała	1	Powazna katastrofa
2	Całkiem prawdopodobne	2	Częsta	2	Katastrofa
3	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3	Sporadyczna	3	Bardzo duże
4	Tylko sporadycznie możliwe	4	Okazjonalna	4	Duże
5	Możliwe do przemyślenia	5	Minimalna	5	Średnie
6	Praktycznie niemożliwe	6	Znikoma	6	Małe
7	Tylko teoretycznie możliwe				

Na podstawie tabeli 5 tworzymy tabelę wynikową sum wskaźników i, j, k.

Tabela 6

Tabela sum numerów i+j+k

		i									i						
j	k	1	2	3	4	5	6	7	j	k	1	2	3	4	5	6	7
1	1	3	4	5	6	7	8	9	4	1	6	7	8	9	10	11	12
1	2	4	5	6	7	8	9	10	4	2	7	8	9	10	11	12	13
1	3	5	6	7	8	9	10	11	4	3	8	9	10	11	12	13	14
1	4	6	7	8	9	10	11	12	4	4	9	10	11	12	13	14	15
1	5	7	8	9	10	11	12	13	4	5	10	11	12	13	14	15	16
1	6	8	9	10	11	12	13	14	4	6	11	12	13	14	15	16	17
2	1	4	5	6	7	8	9	10	5	1	7	8	9	10	11	12	13
2	2	5	6	7	8	9	10	11	5	2	8	9	10	11	12	13	14
2	3	6	7	8	9	10	11	12	5	3	9	10	11	12	13	14	15
2	4	7	8	9	10	11	12	13	5	4	10	11	12	13	14	15	16
2	5	8	9	10	11	12	13	14	5	5	11	12	13	14	15	16	17
2	6	9	10	11	12	13	14	15	5	6	12	13	14	15	16	17	18
3	1	5	6	7	8	9	10	11	6	1	8	9	10	11	12	13	14
3	2	6	7	8	9	10	11	12	6	2	9	10	11	12	13	14	15
3	3	7	8	9	10	11	12	13	6	3	10	11	12	13	14	15	16
3	4	8	9	10	11	12	13	14	6	4	11	12	13	14	15	16	17
3	5	9	10	11	12	13	14	15	6	5	12	13	14	15	16	17	18
3	6	10	11	12	13	14	15	16	6	6	13	14	15	16	17	18	19

Bazując na powyższej tabeli, tworzymy tzw. grupy podstawowe trójek wielkości (P, E, S), dla których suma wskaźników $i+j+k$ jest jednakowa. Tych grup jest $6 + 6 + 7 - 2 = 17$. Naszym celem jest utworzenie pięciu grup wynikowych (łączonych). Ponieważ liczba 17 nie dzieli się bez reszty na 5 ($17 : 5 = 3$ reszty 2), więc grupy podstawowe jednoelementowe łączymy do sąsiednich, a następnie wszystkie grupy podstawowe łączymy po 3.

W wyniku otrzymujemy pięć grup, dla których suma numerów $i+j+k$ podana jest w tabeli 7.

Tabela 7

Klasyfikacja ryzyka na podstawie sumy wskaźników

Nr grupy	$i + j + k$	Ryzyko R
1	3, 4, 5, 6	Nieakceptowalne
2	7, 8, 9	Niepożądane
3	10, 11, 12	Istotne
4	13, 14, 15	Akceptowalne
5	16, 17, 18, 19	Minimalne

Ta tabela może być podstawą do określenia ryzyka R. Dokładniej przedstawiają to tabele 8 i 9.

Tabela 8

Klasyfikacja grup ryzyka

		i									i						
j	k	1	2	3	4	5	6	7	j	k	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	1	1	2	2	2	3	3	3
1	2	1	1	1	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	3	4
1	3	1	1	2	2	2	3	3	4	3	2	2	3	3	3	4	4
1	4	1	2	2	2	3	3	3	4	4	2	3	3	3	4	4	4
1	5	2	2	2	3	3	3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	5
1	6	2	2	3	3	3	4	4	4	6	3	3	4	4	4	5	5
2	1	1	1	1	2	2	2	3	5	1	2	2	2	3	3	3	4
2	2	1	1	2	2	2	3	3	5	2	2	2	3	3	3	4	4
2	3	1	2	2	2	3	3	3	5	3	2	3	3	3	4	4	4
2	4	2	2	2	3	3	3	4	5	4	3	3	3	4	4	4	5
2	5	2	2	3	3	3	4	4	5	5	3	3	4	4	4	5	5
2	6	2	3	3	3	4	4	4	5	6	3	4	4	4	5	5	5
3	1	1	1	2	2	2	3	3	6	1	2	2	3	3	3	4	4
3	2	1	2	2	2	3	3	3	6	2	2	3	3	3	4	4	4
3	3	2	2	2	3	3	3	4	6	3	3	3	3	4	4	4	5
3	4	2	2	3	3	3	4	4	6	4	3	3	4	4	4	5	5
3	5	2	3	3	3	4	4	4	6	5	3	4	4	4	5	5	5
3	6	3	3	3	4	4	4	5	6	6	4	4	4	5	5	5	5

Tabela 9

Interpretacja grup ryzyka

		i						
j	k	1	2	3	4	5	6	7
1	1							
1	2	Ryzyko nieakceptowalne						
1	3		Ryzyko niepożądane					
1	4				Ryzyko istotne			
1	5						Ryzyko	
1	6						akceptowalne	
2	1	Ryzyko nieakceptowalne						
2	2							
2	3		Ryzyko niepożądane					
2	4				Ryzyko istotne			
2	5					Ryzyko akceptowalne		
2	6							
3	1	R. nieakceptowalne						
3	2							
3	3		Ryzyko niepożądane					
3	4				Ryzyko	istotne	Ryzyko akceptowalne	
3	5							
3	6						R. minimalne	
4	1	R. nieakcept.						
4	2	Ryzyko niepożądane						
4	3				Ryzyko	istotne		
4	4							
4	5				Ryzyko	akceptowalne		
4	6						Ryzyko minimalne	
5	1							
5	2	Ryzyko niepożądane						
5	3		Ryzyko istotne					
5	4				Ryzyko akceptowalne			
5	5						Ryzyko minimalne	
5	6							
6	1	Ryzyko niepożądane						
6	2							
6	3		Ryzyko istotne					
6	4			Ryzyko akceptowalne				
6	5						Ryzyko minimalne	
6	6							

2.2. Ocena ryzyka na podstawie czterech cech [4]

Metoda szacowania ryzyka na podstawie czterech cech jest metodą oceny ryzyka zawodowego, w której **ryzyko (R)** opisane jest jako iloczyn takich parametrów, jak: **prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia (P)**, **ekspozycja na działanie zagrożenia (E)**, **ryzyko liczby zagrożonych osób (L)** oraz **ryzyko strat powstałych w wyniku zagrożenia (S)**, co można zapisać wzorem:

$$R = P \cdot E \cdot L \cdot S \quad (2)$$

Tabela 10

Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia (P)

Ocena możliwości wystąpienia zagrożenia
Pewne
Bardzo prawdopodobne
Prawdopodobne
Możliwe
Małe
Praktycznie niemożliwe

Tabela 11

Wskaźnik ryzyka ekspozycji zagrożenia (E)

Ekspozycja	Zakres
Stała	przez całą zmianę codziennie
Częsta	raz lub więcej na dobę
Sporadyczna	raz lub więcej w tygodniu
Okazjonalna	raz lub więcej na miesiąc
Minimalna	kilka razy w roku
Znikoma	raz do roku

Tabela 12

Ryzyko liczby zagrożonych osób

Liczba zagrożonych osób	Liczba osób bezpośrednio narażonych wyrażona w %
Wszyscy	81 ÷ 100
Większość	61 ÷ 80
Połowa	41 ÷ 60
Kilkadziesiąt osób	21 ÷ 40
Kilkanaście osób	11 ÷ 20
Kilka osób	10 i mniej

Tabela 13

Ryzyko strat powstałych w wyniku zagrożenia (S)

Ocena skutków	Opis słowny potencjalnych skutków
Katastrofalna	śmierć pracownika lub całkowita niezdolność do pracy kilku pracowników
Krytyczna	całkowita niezdolność do pracy
Ciężka	poważne zmiany chorobowe, konieczna zmiana stanowiska pracy
Duża	długotrwała choroba
Niewielka	krótkotrwała choroba
Pomijalna	niewielkie dolegliwości

Postępujemy analogicznie jak w poprzednim przykładzie i nadajemy numery poszczególnym wartościom opisowym każdej z czterech cech.

Tabela 14

j	Prawdopodobieństwo P	j	Ekspozycja E	k	Liczba zagrożonych osób L	l	Skutki S
1	Pewne	1	Stała	1	Wszyscy	1	Poważna katastrofa
2	Bardzo prawdopodobne	2	Częsta	2	Większość	2	Katastrofa
3	Prawdopodobne	3	Sporadyczna	3	Połowa	3	Bardzo duże
4	Możliwe	4	Okazjonalna	4	Kilkadziesiąt osób	4	Duże
5	Małe	5	Minimalna	5	Kilkanaście osób	5	Srednie
6	Praktycznie niemożliwe	6	Znikoma	6	Kilka osób	6	Małe

Na podstawie tabeli 14 tworzymy tzw. grupy podstawowe czwórek wielkości (P, E, L, S), dla których suma wskaźników $i+j+k+l$ jest jednakowa. W tym przypadku grup jest 21.

Poszczególne elementy klasyfikujemy tak, aby przy zachowaniu symetrii otrzymać pięć grup wynikowych, opisujących ryzyko (tab. 15).

Tabela 15

Klasyfikacja ryzyka na podstawie sumy wskaźników

Nr grupy	$i+j+k+1$	Ryzyko R
1	4, 5, 6, 7	Nieakceptowalne
2	8, 9, 10, 11	Niepożądane
3	12, 13, 14, 15, 16	Istotne
4	17, 18, 19, 20	Akceptowalne
5	21, 22, 23, 24	Minimalne

Powyższa tabela może być podstawą do oceny ryzyka za pomocą czterech parametrów.

3. Wnioski

Przedstawione sposoby oceny ryzyka zawodowego, zmodyfikowane za pomocą metody sumy wskaźników, pozwalają na szybką i łatwą identyfikację ryzyka na stanowisku pracy, bez konieczności wykonywania dodatkowych obliczeń. Zastąpienie rang - przypisanych poszczególnym kategoriom opisującym parametry - wskaźnikami zdecydowanie upraszcza szacowanie ryzyka i nie powoduje obniżenia dokładności tych metod.

BIBLIOGRAFIA

1. Herczakowska J.: Określanie wartości jakościowej cechy na podstawie koniunkcji wartości jakościowych innych cech. Konferencja naukowa: Moderni matematicke metody v inženyrstvi, Dolni Lomna 4.06.-6.06.2007.
2. Kowalik S.: Teoria gier w zastosowaniach górniczych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
3. Malinowski G.: Logiki wielowartościowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
4. Mocek P.: Komputerowy system oceny ryzyka zawodowego - „GROSZ” (w:) Komputerowe projektowanie inżynierskie w zastosowaniach górniczych pod red. S. Kowalika. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
5. Steczkowski J., Zeliaś A.: Statystyczne metody analizy cech jakościowych. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1981.
6. Wikipedia http://pl.wikipedia.org/wiki/Risk_score