

Stanisław KRZEMIENI, Marcin KRAUSE, Piotr MOCEK
Politechnika Śląska, Gliwice

PROPOZYCJA USYSTEMATYZOWANIA POJĘĆ STOSOWANYCH W IDENTYFIKACJI NIEBEZPIECZNYCH I SZKODLIWYCH CZYNNIKÓW GÓRNICZEGO ŚRODOWISKA PRACY W CELU OCENY CHARAKTERU I WARTOŚCIOWANIA RYZYKA ZAWODOWEGO

Streszczenie. Opracowanie podejmuje aktualną obecnie problematykę dotyczącą ryzyka zawodowego w kopalni. Na wstępie przedstawiono przyczyny, cele i etapy oceny ryzyka zawodowego. Scharakteryzowano górnicze środowisko pracy, w szczególności wyróżniając: zagrożenia i narażenia, ryzyko zagrożeniowe i ryzyko zdrowotne. Omówiono zagrożenie bezpieczeństwa i narażenie zdrowia pracowników w kopalni. Sklasyfikowano zagrożenia i narażenia w górnictwie podziemnym na potrzeby oceny ryzyka zawodowego.

THE PROPOSAL OF SYSTEMATISATION OF TERMS USING IN IDENTIFICATION OF DANGEROUS AND HARMFUL FACTORS OF WORK ENVIRONMENT IN MINING FOR EVALUATION OF CHARACTER AND VALUE OF OCCUPATIONAL RISK

Summary. The elaboration presents current problems involving the occupational risk in a mine. The introduction presents causes, aims and stages of occupational risk evaluation. There has been described work environment in mining, particularly distinguishing hazards and exposures, hazardous risk and healthy risk. There have been discussed hazard of safety and exposure of health for workers at coal mine. There have been classified hazards and exposures in the underground mining for the need of occupational risk evaluation.

1. Wstęp

Obowiązek informowania pracowników o ryzyku zawodowym i wynikająca z tego obowiązku konieczność oceny ryzyka zawodowego jest rezultatem postanowień znowelizowanego Kodeksu pracy, który stanowi m.in., że „*pracodawca jest obowiązany informować pracowników o ryzyku zawodowym, które wiąże się z wykonywaną pracą*”. Wydane do realizacji tego postanowienia Rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [17] wprowadziło m.in. „*obowiązek oceny i dokumentowania ryzyka zawodowego związanego z wykonywaną pracą oraz stosowania niezbędnych środków profilaktycznych zmniejszających ryzyko*”. Podobnie nowelizowane aktualnie Prawo geologiczne i górnicze ma wprowadzić zapis, że „*zagrożenia, na które narażeni są pracownicy, muszą być zidentyfikowane i ocenione*”. Te wymagania, a także inne przepisy prawne oraz potrzeby gospodarki rynkowej zmuszają pracodawców do:

- ✓ *dokonywania oceny ryzyka zawodowego, które wiąże się z wykonywaną pracą,*
- ✓ *redukowania potencjału ryzyka zawodowego na poszczególnych stanowiskach pracy,*
- ✓ *informowania pracowników o ryzyku zawodowym, czyli o stwierdzonych zagrożeniach zawodowych i niekorzystnych skutkach zdrowotnych będących ich następstwem.*

Ocena ryzyka zawodowego to zagadnienie w naszym kraju jeszcze nowe. Nie ma w tym obszarze ani zadowalającego dorobku teoretycznego, ani zbyt wielu doświadczeń praktycznych [6, 8, 13, 14]. *Wprowadzenie pojęć ryzyka zawodowego i zarządzania ryzykiem jest zobowiązaniem do uaktywnienia działalności w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zobligowaniem do skupienia większej uwagi na działaniach prognostycznych, polegających głównie na ocenie prawdopodobieństw występowania niebezpiecznych zdarzeń oraz szacowania związanych z nimi możliwych strat. Ten sposób postępowania umożliwia planowanie i wyprzedzające prowadzenie działalności korekcyjno-profilaktycznej.*

Podstawowym celem oceny ryzyka zawodowego jest uświadomienie pracodawcom oraz pracownikom, że w każdym przedsiębiorstwie istnieje określone, często wysokie prawdopodobieństwo występowania charakterystycznych zdarzeń niebezpiecznych dla zatrudnionych, a z każdym z tych zdarzeń wiążą się określone straty moralne i materialne. Można spotkać w literaturze różne przykłady definicji procesu oceny ryzyka zawodowego, np. [6, 11, 13, 14, 21]. Wyróżnia się najczęściej trzy zasadnicze etapy oceny ryzyka:

- *identyfikacja zagrożeń,*

- *oszacowanie ryzyka zawodowego,*
- *sporządzenie rankingu ocen ryzyka.*

*Trzeba wyraźnie wyróżnić od siebie identyfikację zagrożeń i oszacowanie ryzyka zawodowego. Identyfikacja zagrożeń jest to rozpoznawanie istniejących lub przewidywanie potencjalnych niebezpiecznych sytuacji i zdarzeń, które mogą doprowadzić do wystąpienia stanu zagrożenia bezpieczeństwa lub narażenia zdrowia pracowników. Identyfikacja zagrożeń polega na zebraniu niezbędnych informacji w celu rozpoznania zagrożeń i narażeń na stanowisku pracy w sensie określenia ich przyczyn, źródeł i charakteru przebiegu oraz możliwości wystąpienia skutków. Oszacowanie ryzyka zawodowego jest to przypisanie zidentyfikowanym zagrożeniom i narażeniom odpowiedniego *poziomu ryzyka zgodnie z przyjętą miarą ryzyka*. Oszacowanie ryzyka zawodowego polega na określeniu prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń i narażeń, czasu ich ekspozycji, miejsca oraz potencjalnych strat materialnych i ludzkich.*

2. Czynniki ryzyka w środowisku pracy¹

Środowisko pracy tworzą maszyny, urządzenia, narzędzia i inne środki pracy wraz z całym wyposażeniem technicznym, pomieszczenia pracy i wyrobiska górnicze, obejmujące *materialne środowisko pracy*, a także załoga wraz z relacjami zachodzącymi pomiędzy pracownikami, dozorem i kierownictwem, obejmujące *społeczne środowisko pracy*. Czynniki środowiska pracy są to wszystkie czynniki występujące w środowisku pracy, które mają bezpośredni lub pośredni wpływ na warunki pracy determinujące bezpieczeństwo i zdrowie pracowników oraz komfort pracy. Czynniki te oddziałują na człowieka w procesie pracy i mogą powodować wystąpienie takich zdarzeń niepożądanych, jak: wypadki i zdarzenia prawie wypadkowe, choroby zawodowe i parazawodowe, awarie i uszkodzenia obiektów technicznych.

Czynniki ryzyka w środowisku pracy można podzielić według skutków oddziaływania na trzy podstawowe grupy, tj. czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe [7, 13, 16]:

¹ Czynniki ryzyka istnieją w środowisku pracy niezależnie od obecności w nim człowieka.

- *czynniki niebezpieczne (urazowe) środowiska pracy* są to wszystkie czynniki, które działając na człowieka w sposób nagły i gwałtowny mogą powodować wypadki lub sytuacje potencjalnie wypadkowe; oddziaływanie niebezpieczne czynnika środowiska pracy polega na stwarzaniu bezpośredniego zagrożenia utraty życia lub zdrowia pracowników;
- *czynniki szkodliwe środowiska pracy* są to wszystkie czynniki, które w wyniku długotrwałego oddziaływania na organizm człowieka mogą powodować choroby zawodowe, parazawodowe lub sytuacje sprzyjające powstawaniu tych chorób; oddziaływanie szkodliwe czynnika środowiska pracy występuje wtedy, gdy w organizmie człowieka występują chorobowe mechanizmy adaptacyjne;
- *czynniki uciążliwe środowiska pracy* są to wszystkie czynniki, które mogą utrudniać pracę lub okresowo obniżać sprawność psychofizyczną człowieka, ale nie powodują chorób zawodowych lub parazawodowych; oddziaływanie uciążliwe czynnika środowiska pracy występuje wtedy, gdy w organizmie człowieka występują właściwe fizjologicznie mechanizmy adaptacyjno-przystosowawcze o charakterze obronnym.

Wśród wielu czynników niebezpiecznych można wyróżnić m.in. [3, 16]: *maszyny i urządzenia w ruchu, transportowane przedmioty, ruchome elementy, ostre i wystające elementy, spadające przedmioty, śliskie i nierówne powierzchnie, substancje palne, substancje wybuchowe, prąd elektryczny, rozgrzane ciała i powierzchnie, substancje żrące i parzące.*

Czynniki szkodliwe i uciążliwe można podzielić na cztery podstawowe grupy, tj. czynniki fizyczne, chemiczne, biologiczne i psychofizyczne [3, 16]:

- *czynniki fizyczne* są to wszystkie czynniki o fizycznym charakterze oddziaływania na człowieka; wśród czynników fizycznych można wyróżnić m.in.: *hałas, drgania mechaniczne, pyły, mikroklimat, oświetlenie, promieniowanie podczerwone, promieniowanie nadfioletowe, promieniowanie laserowe, promieniowanie jonizujące, promieniowanie elektromagnetyczne;*
- *czynniki chemiczne* są to wszystkie czynniki o chemicznym charakterze oddziaływania na człowieka, obejmujące substancje chemiczne istniejące jako surowce, produkty końcowe lub produkty uboczne powstające w toku procesów technologicznych, które mogą oddziaływać na organizm człowieka przez drogi oddechowe, skórę i błony śluzowe lub przewód pokarmowy; czynniki chemiczne można podzielić m.in. na następujące grupy: *toksyczne, drażniące, uczulające, rakotwórcze, mutagenne, embriotoksyczne, teratogenne, upośledzające funkcje rozrodcze;*

- **czynniki biologiczne** są to wszystkie czynniki o biologicznym charakterze oddziaływania na człowieka, obejmujące mikroorganizmy, makroorganizmy oraz wytwarzane przez nie substancje, które wywierają szkodliwy wpływ na organizm ludzki i mogą być przyczyną chorób pochodzenia zawodowego; czynniki biologiczne można podzielić m.in. na następujące grupy: *wirusy, bakterie, ritekseje, mykolazmy, grzyby, rośliny kwiatowe, drewno, pierwotniaki, bezkręgowce, kręgowce*;
- **czynniki psychofizyczne** są to wszystkie czynniki zewnętrzne i wewnętrzne, które wpływają na ukształtowanie i przebieg stanów emocjonalnych człowieka, jak również na przebieg i warunki pracy; wśród czynników psychofizycznych można wyróżnić: *obciążenie fizyczne - statyczne i dynamiczne oraz obciążenie psychiczne - przeciążenie psychiki, niedociążenie psychiki, monotonia pracy*.

W procesie pracy ryzyko dotyczy głównie trzech obszarów: *bezpieczeństwa, zdrowia i środowiska* [5, 11, 13]. Na potrzeby oceny ryzyka zawodowego decydujące znaczenie ze względu na wielkość ekspozycji i czas wystąpienia skutków mają dwie kategorie ryzyka, tj. *ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa i ryzyko narażenia zdrowia*.

Pojęcie zagrożenia w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy jest zagadnieniem obejmującym wiele różnych zjawisk i przez to trudnym do analizy, np. [3, 5, 11]. W związku z tym zaczęto rozróżniać dwa aspekty pojęcia zagrożenia rozumianego jako *zagrożenie wypadkowe lub zagrożenie chorobowe* [4, 16, 21, 24]. Obecnie coraz częściej spotyka się rozdział tego pojęcia na dwie osobne kategorie zjawisk, tj. *zagrożenia i narażenia* [2,6,7,24]. Zagrożenia to domena naukowców i inżynierów przemysłowych zajmujących się zagrożeniami wypadkowymi w procesie pracy, a ich obszar zainteresowań to bezpieczeństwo pracy. Narażenia to domena lekarzy medycyny pracy i higienistów przemysłowych zajmujących się narażeniem zdrowia w środowisku pracy, a ich obszar zainteresowań to higiena pracy. Wyróżnikiem podziału na zagrożenia i narażenia jest przede wszystkim [7, 11] *czynnik sprawczy* (czynnik niebezpieczny, szkodliwy lub uciążliwy), *szybkość wystąpienia skutków* (skutki natychmiastowe lub długotrwałe) oraz *sposób oddziaływania na organizm* (na strukturę zewnętrzną lub strukturę wewnętrzną).

Zgodnie z przedstawionymi wcześniej założeniami i definicjami proponowane jest posługiwanie się następującymi definicjami:

- ✓ **Zagrożenie określa moment czasowy (stan), w którym czynnik niebezpieczny środowiska pracy może w sposób nagły i gwałtowny generować wystąpienie zdarzeń niebezpiecznych**

takich, jak utrata życia lub zdrowia pracownika, uszkodzenie lub zniszczenie systemu technologicznego, lub zniszczenie systemów współdziałających.

- ✓ *Narażenie określa stan (np. przedział czasowy), w którym czynnik szkodliwy środowiska pracy w wyniku dłuższego oddziaływania na organizm człowieka może spowodować wystąpienie chorób pochodzenia zawodowego lub okresowe obniżenie sprawności psychofizycznej.*

Ryzyko zawodowe jest miarą przypuszczalnych skutków oddziaływania zagrożeń i narażeń na zatrudnionych pracowników w środowisku pracy. Ryzyko to zawiera relacje między zagrożeniami i narażeniami a możliwymi stratami ludzkimi i materialnymi w procesie pracy. Szacowanie i kontrola ryzyka zawodowego pozwalają na:

- *przejście w obszarze bezpieczeństwa pracy od głównie dotychczas stosowanych procedur analizowania przyczyn zdarzeń wypadkowych do procedur przewidywania zmian stanów i zjawisk zagrożeniowych oraz szacowania potencjalnych strat ludzkich i materialnych, czyli do oceny ryzyka zagrożeniowego,*
- *przejście w obszarze higieny pracy od głównie dotychczas realizowanych procedur badania przyczyn chorób pochodzenia zawodowego do procedur wyznaczania wielkości ekspozycji czynników szkodliwych i uciążliwych oraz przewidywania ich potencjalnych skutków zdrowotnych (w tym strat materialnych) w bliższym lub dalszym horyzoncie czasowym, czyli do oceny ryzyka zdrowotnego.*

Podsumowując dotychczasowe rozważania można przyjąć, że:

- ✓ *Ryzyko zawodowe charakteryzuje potencjalne straty stanowiące finansowy i moralny wymiar następstw zdrowotnych narażeń i następstw wypadkowych zagrożeń występujących w środowisku pracy. Można wyróżnić dwie kategorie ryzyka zawodowego - ryzyko zagrożeniowe i ryzyko zdrowotne, które razem stanowią ekonomiczny i moralny wymiar potencjalnych strat. Koszt ryzyka zawodowego ponosi bezpośrednio nie tylko pracownik, lecz także przedsiębiorca, a pośrednio społeczeństwo.*
- ✓ *Ryzyko zagrożeniowe (ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa) charakteryzuje rodzaj i potencjalną możliwość wystąpienia strat na skutek zagrożenia bezpieczeństwa pracownika spowodowanego przez nagłe i gwałtowne oddziaływanie na niego czynników niebezpiecznych środowiska pracy. Straty będące następstwem tych niebezpiecznych*

zdarzeń uwzględniają koszty uzależnione od wagi tych następstw, ich częstotliwości i prawdopodobnego zasięgu oddziaływania.

- ✓ **Ryzyko zdrowotne (ryzyko narażenia zdrowia)** charakteryzuje rodzaj i potencjał strat powstałych wskutek narażenia zdrowia pracownika przez długotrwałe oddziaływanie na niego czynników szkodliwych środowiska pracy. Straty będące następstwem zdrowotnym narażeń występujących w środowisku pracy uwzględniają ciężkość tych następstw i prawdopodobieństwo ich wystąpienia.

3. Charakterystyka ryzyka zawodowego w górnictwie podziemnym

Górnictwo to środowisko pracy cechuje się dużą złożonością i dynamiką oraz niepewnością, która wynika ze stochastycznego charakteru zjawisk i procesów w nim zachodzących. Środowisko to tworzą trzy stykające się, częściowo przenikające się i wzajemnie na siebie oddziałujące sfery: *litosfera* - górotwór otaczający wyrobisko górnicze, *atmosfera* - powietrze wypełniające wyrobisko i *technosfera* - wyposażenie techniczne znajdujące się w wyrobisku [19].

W górnictwie wykorzystuje się różne klasyfikacje zagrożeń. Są wśród nich podziały m.in. na [4, 15, 19]:

- *litosferyczne* – wynikające z przepływu masy i energii w górotworze,
- *atmosferyczne* – wynikające ze specyfiki atmosfery kopalnianej,
- *technosferyczne* – wynikające z zastosowanej techniki i technologii;
- ✓ *naturalne* – wynikające z przepływu masy i energii zlokalizowanej w naturalnym środowisku przyrodniczym,
- ✓ *techniczne* – wynikające z energii zawartej w środkach technicznych lub energii emitowanej w procesach technologicznych,
- ✓ *osobowe (organizacyjno-ludzkie)* – wynikające z błędów w obszarze organizacji pracy i zarządzania oraz z zachowania człowieka w procesie pracy;
- *wykonawcze* – występujące w fazie realizacji działania pracownika niezgodne z technologią, instrukcją czy szkoleniem stanowiskowym,

- *organizacyjne* – występujące w fazie projektowej błędy w projektach technicznych, korektach czy dokonanych ustaleniach,
- *systemowe* – przepisy górnicze pozostające na stosowanie technologii, urządzeń czy materiałów nie odpowiadających obecnym standardom bezpieczeństwa,
- *losowe* – nieprzewidywalne przyczyny zaistnienia zdarzeń niebezpiecznych,
- ♦ *górnice* – charakterystyczne przyczyny obejmujące zagrożenia naturalne oraz prace przy obudowie, transporcie i urabianiu,
- ♦ *maszynowe* – wszelkiego rodzaju maszyny urabiające, ładowarki, przenośniki i inne urządzenia transportowe,
- ♦ *elektryczne* – wszelkiego rodzaju urządzenia i instalacje elektryczne,
- ♦ *inne* – pozostałe przyczyny występowania niebezpiecznych zdarzeń.

3.1. Ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa pracowników

Zagrożeniem bezpieczeństwa pracowników zajmuje się dziedzina nazywana bezpieczeństwem pracy. **Bezpieczeństwo pracy** [7] jest to wyższa potrzeba człowieka, a jednocześnie obszar wiedzy i umiejętności praktycznych zajmujący się ochroną życia i zdrowia człowieka w środowisku pracy, który służy głównie zapobieganiu wypadkom przy pracy, zdarzeniom prawie wypadkowym i innym zdarzeniom niebezpiecznym dla życia i zdrowia pracowników.

Ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa w zakładzie górniczym charakteryzuje potencjalną możliwość wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych takich jak: utrata życia lub zdrowia pracownika, uszkodzenie lub zniszczenie systemu technologicznego, lub zniszczenie systemów współdziałających wraz z prawdopodobieństwem występowania strat materialnych i moralnych [4, 8]. Zagrożenie to stan charakteryzujący stanowisko pracy lub bliższe i dalsze jego otoczenie, które może powodować wystąpienie zdarzeń niebezpiecznych pod wpływem wystąpienia inicjału. Zdarzenie niebezpieczne jest skutkiem niepożądanego stanu, procesu lub czynności, który może w dynamicznie zmieniających się okolicznościach doprowadzić do wystąpienia stanu zagrożenia bezpieczeństwa. **Aby doszło do wypadku w środowisku pracy**, muszą być spełnione jednocześnie trzy podstawowe warunki [5, 7]:

- *zagrożenie musi posiadać odpowiedni potencjał energetyczny,*
- *musi wystąpić inicjał jako czynnik wyzwalający energię,*

- *w strefie oddziaływania zagrożenia musi znaleźć się człowiek.*

Czynnikiem inicjującym wystąpienie sytuacji i zdarzeń niebezpiecznych jest często sam człowiek na etapie planowania, organizowania, wykonywania lub kontroli procesu pracy, np. poprzez **złą organizację** (np. niewłaściwe szkolenie lub instruktaż stanowiskowy, brak nadzoru lub kontroli wykonywania pracy, nieporządek na stanowisku pracy) lub **błędy ludzkie** (np. niebezpieczne zachowania, błędne decyzje).

Analiza zagrożenia bezpieczeństwa pracowników w górnictwie podziemnym to problematyka złożona i obszerna. Na potrzeby oceny ryzyka zagrożeniowego uwzględniono m.in. następujące opracowania:

- klasyfikacja zagrożeń w górnictwie podziemnym według T. Ryncarza [19],
- klasyfikacja zagrożeń górniczych według S. Krzemienia [4],
- klasyfikacja zagrożeń naturalnych w górnictwie według Zarządzenia Prezesa WUG [25],
- propozycja klasyfikacji niebezpiecznych zdarzeń według Departamentu WUG [15],
- klasyfikacja przyczyn wypadków według Zarządzenia MPiPS [26],
- branżowa klasyfikacja przyczyn wypadków w górnictwie [1],
- statystyki wypadkowe kopalń podziemnych w kopalniach Unii Europejskiej [20].

Analizując opracowania dotyczące zagrożeń i przyczyn wypadków nasuwa się wniosek, że cechuje je duża różnorodność oraz brak jest spójnej i aktualnej klasyfikacji zagrożeń, która byłaby przydatna w ocenie ryzyka. Dlatego na potrzeby oceny ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy można zaproponować następującą klasyfikację opartą na podziale zagrożeń w górnictwie podziemnym:

- ✓ **ryzyko zawału skał** to określone prawdopodobieństwo grawitacyjnego przemieszczenia się mas lub brył skalnych do wyrobiska górniczego wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; ryzyko zawału obejmuje takie zjawiska, jak: oberwanie się skał ze stropu, oberwanie się skał z ociosu, spadnięcie, stoczenie się lub obsunięcie mas i brył skalnych;
- ✓ **ryzyko tąpnięcia** to określone prawdopodobieństwo gwałtownego zniszczenia struktury skał wokół wyrobiska górniczego, z równoczesnym dynamicznym ich przemieszczeniem do wyrobiska wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; ryzyko tąpnięcia obejmuje takie zjawiska, jak: tąpnięcia, odprężenia górotworu, wysokoenergetyczne wstrząsy górotworu;

- ✓ **ryzyko wyrzutu gazów i skał** to określone prawdopodobieństwo wystąpienia zjawisk gazogeodynamicznych w postaci wyrzutów gazów i skał lub nagłego wypływu gazów z górotworu do wyrobiska górniczego wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; ryzyko wyrzutu gazów i skał obejmuje takie zjawiska, jak: wyrzuty węgla i gazu, wyrzuty piaskowca i gazu, nagły wypływ gazów;
- ✓ **ryzyko wodne** to określone prawdopodobieństwo wdarcia się wody, niekontrolowanego dopływu wody lub wdarcia się kurzawki do wyrobisk górniczych oraz do strefy spękań wokół tych wyrobisk wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; przyczynami ryzyka wodnego są najczęściej: zbiorniki i ciekły powierzchniowe, zbiorniki podziemne, warstwy wodonośne, szczeliny i uskoki;
- ✓ **ryzyko pożaru** to określone prawdopodobieństwo powstania i rozprzestrzenienia się pożaru egzogenicznego powstałego z przyczyn zewnętrznych lub pożaru endogenicznego powstałego wskutek samozapalenia się węgla lub rud wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; pożar może powstać, gdy zaistnieje czasowa i przestrzenna zbieżność następujących elementów: materiał palny, dostateczna ilość tlenu, źródło zapłonu; przyczynami ryzyka pożaru są najczęściej: otwarty ogień, wadliwe działanie urządzeń elektrycznych i mechanicznych, wybuch gazów i pyłu węglowego, roboty strzałowe;
- ✓ **ryzyko wybuchu** to określone prawdopodobieństwo tworzenia w różnych warunkach przez palne gazy lub palne pyły mieszanin z powietrzem, które pod wpływem czynnika inicjującego zapłon wybuchają wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; zapłon gazów, pyłu węglowego lub ich mieszanin może spowodować wybuch, jeżeli mieszanina będzie zawierała się w przedziale wybuchowym i występuje odpowiednia ilość tlenu; ryzyko wybuchu obejmuje takie zjawiska, jak: wybuch metanu, wybuch gazów, wybuch pyłu węglowego, wybuch środków strzałowych, wybuch naczyń pod ciśnieniem;
- ✓ **ryzyko gazowe** (z wyjątkiem przyczyn związanych z pożarem i wybuchem) to określone prawdopodobieństwo utraty życia i zdrowia na skutek przebywania w atmosferze niezdanej do oddychania, charakteryzującej się niedoborem tlenu, nadmiarem gazów obojętnych, nadmiarem gazów duszących lub znacznym przekroczeniem stężeń gazów toksycznych wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; gazy mogą przenikać do organizmu człowieka przez układ oddechowy oraz skórę i błony śluzowe;

przyczynami ryzyka gazowego jest zmienny skład chemiczny atmosfery kopalnianej na skutek naturalnych procesów zachodzących w górotworze lub procesów technologicznych związanych z wydobywaniem węgla lub rud;

- ✓ **ryzyko elektryczne** to określone prawdopodobieństwo uszkodzenia tkanek miękkich organizmu lub utraty życia wskutek porażenia prądem elektrycznym lub rażenia łukiem elektrycznym wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; przyczynami ryzyka elektrycznego są najczęściej: użytkowanie, załączanie, konserwacja i naprawa urządzeń elektrycznych, elektronicznych i energetycznych oraz użytkowanie instalacji elektroenergetycznych;
- ✓ **ryzyko poparzenia** to określone prawdopodobieństwo uszkodzenia tkanek miękkich organizmu człowieka na skutek oddziaływania w krótkim czasie wysokich temperatur, energii fizycznej określonego rodzaju lub substancji chemicznych wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; przyczynami ryzyka poparzenia są najczęściej: zetknięcie się z przedmiotem lub powierzchnią o wysokiej temperaturze, zetknięcie się z substancjami parzącymi lub żrącymi;
- ✓ **ryzyko niebezpiecznego zetknięcia z urządzeniami transportowymi w ruchu** to określone prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych związanych ze stałym lub przemieszczającym się środkiem transportu wykorzystywanym do przewożenia ludzi, sprzętu, materiałów lub urobku wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; przyczynami ryzyka związanego z urządzeniami transportowymi są najczęściej: uderzenie się lub zahaczenie transportowanym przedmiotem, zetknięcie się z elementami maszyn i urządzeń transportowych, najechanie lub przyciśnięcie środkiem transportowym, zetknięcie się środka transportowego z innym środkiem lub przedmiotem;
- ✓ **ryzyko nagłego i niebezpiecznego przemieszczania się ludzi** (z wyjątkiem przyczyn związanych z transportem) to określone prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych związanych z poziomym lub pionowym poruszaniem się ludzi w procesie pracy w celu wykonania transportu ręcznego, dojścia i opuszczenia stanowisk pracy, wykonywania czynności roboczych, konserwacyjnych i naprawczych wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; przyczynami ryzyka związanego z przemieszczaniem się ludzi są najczęściej: poślizgnięcie, potknięcie lub upadek osób, zderzenie się osób, wpadnięcie lub spadnięcie osób, uderzenie lub zetknięcie z wystającymi nieruchomymi przedmiotami;

- ✓ **ryzyko niebezpiecznego zetknięcia się z urządzeniami mechanicznymi, narzędziami i materiałami w ruchu** (z wyjątkiem przyczyn związanych z urządzeniami transportowymi i przemieszczaniem się ludzi) to określone prawdopodobieństwo spowodowania mechanicznego uszkodzenia organizmu człowieka wskutek użytkowania, uruchamiania i przemieszczania się maszyn i urządzeń oraz wskutek użytkowania narzędzi wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; przyczynami ryzyka związanego z urządzeniami mechanicznymi, narzędziami i materiałami są najczęściej: pochwycenie lub uderzenie ruchomymi elementami maszyn i urządzeń, niebezpieczne posługiwanie się narzędziami pracy, spadnięcie lub wyrzucenie się elementów obudowy górniczej, spadnięcie, stoczenie się lub obsunięcie innych przedmiotów, odprysnięcie skał lub innych materiałów.

3.2. Ryzyko narażenia zdrowia pracowników

Problem warunków higieny pracy górników nigdy nie był i nadal nie jest należycie eksponowany. Wynika to z faktu, że pracownicy służb BHP są raczej „inspektorami nadzoru technicznego” niż higienistami. Tradycyjnie większą uwagę przypisują oni zagrożeniom wypadkowym. A przecież wzrost stopnia mechanizacji procesów technologicznych w kopalniach w ostatnich latach spowodował wiele niekorzystnych zmian w kształtowaniu się wielu wskaźników higienicznych, takich jak stężenie pyłów w powietrzu kopalnianym, poziomu hałasu czy drgań [2, 12, 23, 24].

Praca w takich warunkach stwarza sprzyjające warunki do obniżenia wydajności pracy i powstawania licznych wypadków oraz chorób zawodowych, których straty społeczne, nie mówiąc o osobistych skutkach dla człowieka są bardzo wysokie, a ze względu na liczbę bezpośrednio narażonych na działanie czynników szkodliwych są nierzadko wyższe od strat poniesionych w związku z zagrożeniem wypadkowym [2, 9, 10].

Narażeniem zdrowia pracowników zajmuje się dziedzina zwana higieną pracy. **Higiena pracy** [7] to dziedzina wiedzy i umiejętności praktycznych zajmująca się ochroną zdrowia pracowników na stanowisku pracy, która służy głównie zapobieganiu chorobom pochodzenia zawodowego oraz zapewnieniu optymalizacji warunków fizycznego środowiska pracy. Higiena pracy bada uwarunkowania i przyczyny chorób pochodzenia zawodowego w celu określenia stopnia narażenia zdrowia pracowników na poszczególnych stanowiskach pracy.

Narażenie zdrowia w zakładzie górniczym określa potencjalna możliwość wystąpienia chorób zawodowych lub parazawodowych (chorób nie zaliczonych do pierwszej grupy) w związku z wykonywaniem pracy w środowisku, w którym stężenia (natężenia) czynników szkodliwych przekraczają ustalone normy higieniczne [9, 10]. Narażenie to stan charakteryzujący stanowisko pracy, które może spowodować występowanie zachorowań w wyniku długotrwałego oddziaływania na organizm ludzki czynnika szkodliwego środowiska pracy. **Aby doszło do choroby pochodzenia zawodowego**, muszą być spełnione trzy podstawowe warunki [9, 10]:

- *narażenie musi mieć odpowiednią intensywność – np. przekroczoną wartość NDS, NDN,*
- *w strefie oddziaływania narażenia musi znaleźć się człowiek,*
- *czas oddziaływania narażenia musi być odpowiednio długi.*

Analiza narażenia zdrowia pracowników w górnictwie podziemnym to problematyka złożona i obszerna. Na potrzeby oceny ryzyka zdrowotnego uwzględniono m. in. następujące opracowania:

- klasyfikacja zagrożeń w górnictwie podziemnym według T. Ryncarza [19],
- klasyfikacja zagrożeń naturalnych w górnictwie według Zarządzenia Prezesa WUG [25],
- klasyfikacja czynników szkodliwych i uciążliwych według B. Rączkowskiego [16],
- bezpieczeństwo pracy i ergonomia pod redakcją D. Koradeckiej [3],
- medycyna pracy pod redakcją H. Valentina [23],
- wykaz chorób zawodowych w Polsce [18],
- choroby zawodowe w kopalniach węgla kamiennego [12],
- uprawnienia do obniżonego wieku emerytalnego [22].

Analizując opracowania dotyczące chorób pochodzenia zawodowego oraz czynników szkodliwych i uciążliwych nasuwa się wniosek, że cechuje je duża różnorodność oraz brak spójności. Na potrzeby oceny ryzyka zawodowego można wykorzystać klasyfikację ryzyka narażeń według nazwy źródła czynnika sprawczego.

RYZYKO FIZYCZNE

- ✓ **ryzyko hałasu** określa prawdopodobieństwo trwałego uszkodzenia słuchu w wyniku długotrwałej ekspozycji na fale dźwiękowe o poziomie natężenia powyżej 80 dB i częstotliwości drgań akustycznych od 300÷3500 Hz wytwarzane przez maszyny, urządzenia i procesy technologiczne wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości

strat; przyczynami tego narażenia w wyrobiskach górniczych są najczęściej: maszyny urabiające, maszyny i urządzenia transportowe, wentylatory lutniowe, pompy oraz roboty strzałowe;

- ✓ **ryzyko wibracji** określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby zawodowej określonej mianem zespołu wibracyjnego, powstałej w wyniku przenikania energii drgań mechanicznych ze źródła drgań do organizmu pracownika wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; szkodliwość działania drgań na organizm ludzki zależy od częstotliwości, wielkości amplitudy i przyspieszenia drgań, a im większa jest wartość tych parametrów, tym większe uszkodzenia występują w obrębie układu nerwowego, narządu ruchu i układu krążenia; przyczynami tego narażenia są narzędzia pneumatyczne, przede wszystkim wiertarki udarowo-obrotowe i młotki mechaniczne;
- ✓ **ryzyko pyłowe** określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby zawodowej określonej mianem pylicy płuc wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat. W warunkach górniczych w zależności od zawartości dwutlenku krzemu (SiO_2) w wdychanym pyłe ryzyko to może być przyczyną *krzemicy płuc* - charakteryzującej się zwłóknieniem tkanki płucnej prowadzącej do rozedmy płuc i niewydolności krążeniowo-oddechowej lub *pylicy węglowej* - objawiającej się zmianami anatomicznymi i fizjologicznymi błon śluzowych i pęcherzyków płucnych; zapylenie powietrza kopalnianego wynika głównie ze specyfiki górniczych procesów technologicznych, tj. urabianie i odstawa węgla, roboty strzałowe oraz profilaktyka górnicza (pył kamienny);
- ✓ **ryzyko cieplne** określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby zawodowej określonej mianem ostrego zespołu przegrzania powstałej w wyniku naruszenia równowagi cieplnej organizmu pod wpływem wysokiej temperatury (rzędu 28°C) i wilgotności względnej (ok. 90%) otoczenia wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; przyczynami tego narażenia są najczęściej: warunki górniczo-geologiczne, temperatura pierwotna skał, intensywność przewietrzania, procesy utleniania węgla, praca ludzi i maszyn oraz zastosowany proces technologiczny;
- ✓ **ryzyko świetlne** określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby układu wzrokowego wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat, objawiającej się nadmiernym obciążeniem mięśni akomodacyjnych oraz przeciążeniem siatkówki prowadzącym do trwałego zmniejszenia ostrości widzenia i krótkowzroczności, a w przeszłości także

oczopląsu; przyczynami tego narażenia w warunkach górniczych są: niedostateczne lub niewłaściwe oświetlenie miejsc pracy oraz brak światła słonecznego;

- ✓ **ryzyko elektromagnetyczne** określa prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń czynnościowych w układzie nerwowym i w układzie sercowo-naczyniowym w wyniku oddziaływania na organizm ludzki promieniowania elektromagnetycznego o natężeniu kilku kV i częstotliwości ok. 50 Hz wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; źródłem tego promieniowania w kopalni są: stacje i rozdzielnie transformatorowe wysokiego napięcia;
- ✓ **ryzyko radiacyjne** określa prawdopodobieństwo (zależności od wielkości dawki promieniowania, rodzaju promieniowania i jego energii) wystąpienia choroby popromiennej, charakteryzującej się najczęściej: niewydolnością układu krwiotwórczego i limfatycznego, uszkodzeniem mechanizmów immunologicznych oraz nowotworami złośliwymi skóry, kości płuca wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; w warunkach górniczych napromieniowanie zewnętrzne organizmu pochodzi głównie od promieniowania gamma ze złóż, skał, osadów i wód promieniotwórczych zawierających rad, a skażenie wewnętrzne jest wynikiem wdychania promieniotwórczych aerozoli oraz radonu.

RYZIKO CHEMICZNE

- ✓ **ryzyko zatrucia substancjami toksycznymi** określa prawdopodobieństwo wystąpienia zatrucia organizmu na skutek przebywania w atmosferze niezdanej do oddychania lub charakteryzującej się przekroczeniem dopuszczalnych stężeń gazów toksycznych wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; do gazów toksycznych spotykanych w górnictwie zalicza się: tlenek węgla (CO), dwutlenek siarki (SO₂), siarkowodór (H₂S), tlenki azotu (NO, NO₂, N₂O₃); źródłem ich występowania są: pożary podziemne, roboty strzałowe, gnicie substancji organicznych, utlenianie związków zawartych w węglu;
- ✓ **ryzyko zatrucia substancjami duszącymi** określa prawdopodobieństwo wystąpienia przewlekłych zaburzeń w różnych narządach organizmu wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat - zwłaszcza w układzie nerwowym i sercowo-naczyniowym, powstałych w wyniku uszkodzenia przemiany gazowej organizmu i wyparcia tlenu przez gazy duszące o przekroczonych stężeniach dopuszczalnych; do gazów duszących

spotykanych w górnictwie zaliczamy: dwutlenek węgla (CO_2), azot (N_2), metan (CH_4) i wodór (H_2); źródłem ich występowania są: proces utleniania węgla, naturalna gazonośność pokładów, pożary, roboty strzałowe;

- ✓ **ryzyko podrażnienia** określa prawdopodobieństwo podrażnienia błon śluzowych i skóry w wyniku zetknięcia się ich z substancjami o przekroczonych stężeniach dopuszczalnych toksycznych wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; do gazów drażniących spotykanych w górnictwie zaliczamy: siarkowodór (H_2S) i dwutlenek siarki (SO_2); źródłem ich występowania są: roboty strzałowe oraz gnicie substancji organicznych.

RYZIKO BIOLOGICZNE

- ✓ **ryzyko zakażenia bakteriami** określa prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń układu pokarmowego w wyniku przedostania się do organizmu ludzkiego różnego rodzaju bakterii wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; źródłem zakażenia mogą być zanieczyszczone wyrobiska górnicze lub rozkładające się gryzonie;
- ✓ **ryzyko zakażenia grzybami** określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby zawodowej określonej mianem choroby skóry, powstałej w wyniku zetknięcia się skóry z czynnikami chorobotwórczymi lub wniknięciem ich do skóry, wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; źródłem zakażenia mogą być: rozkładające się substancje organiczne, zanieczyszczona woda, wysoka temperatura i wilgotność.

RYZIKO PSYCHOFIZYCZNE

- ✓ **ryzyko przeciążenia narządu ruchu** określa prawdopodobieństwo wystąpienia przewlekłej choroby narządu ruchu spowodowanej długotrwałym napięciem mięśni i wymuszoną pozycją ciała wraz z prawdopodobieństwem określonej wielkości strat; przyczyną tego narażenia są: podnoszenie i transport ciężkich materiałów oraz warunki górniczo-geologiczne, tj. eksploatacja cienkich pokładów węgla czy prowadzenie wyrobisk górniczych po wzniosie lub upadzie;
- ✓ **ryzyko niedyspozycji psychicznej** określa prawdopodobieństwo reakcji stresowej organizmu pod wpływem niekorzystnych bodźców występujących w różnych sytuacjach pracy, związanych z przeciążeniem lub niedociążeniem psychiki oraz monotonią pracy wraz z określonym prawdopodobieństwem wielkości powstałych strat; przyczyną tego

narażenia są: sposób i warunki odbierania informacji, warunki podejmowania decyzji, sposób i warunki wykonywania czynności.

4. Zakończenie

Partycypacja pracownicza stanowi obecnie jeden z podstawowych warunków skutecznego wdrożenia działań podjętych w zakresie poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników w miejscu pracy. Przykładem współuczestniczenia pracowników w rozwiązywaniu problemów w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy jest udział pracowników w analizowaniu wypadków i zdarzeń niebezpiecznych oraz potencjalnych zagrożeń i narażeń na stanowiskach pracy.

Uświadomienie pracownikom istnienia lub możliwości wystąpienia zagrożeń i narażeń w środowisku pracy oraz wiążanego z nimi ryzyka powinno wpłynąć pozytywnie na dążenie do kształtowania bezpiecznych, higienicznych i ergonomicznych warunków pracy na poszczególnych stanowiskach pracy w kopalni.

Propozycje algorytmu oceny ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy w kopalni dla zidentyfikowanych systemowo zagrożeń i narażeń przedstawiono w pracy [6]. Ponadto przykładowe procedury oceny ryzyka zawodowego podane są m.in. w pracach:

- szacowanie ryzyka zagrożenia tapaniami [8],
- szacowanie ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na pył węglowy [10],
- szacowanie ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na hałas [9].

LITERATURA

1. Baza danych wypadkowych. Centralny Ośrodek Informacji Górniczej SA. Katowice, 1995-1998.
2. Indulski J.: Kondycja pracowników i medycyny pracy. Ochrona Pracy, nr 5, Warszawa 1988.
3. Koradecka D. (red.): Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. t. 1, CIOP, Warszawa 1997.

4. Krzemień S.: Kwalitatywna diagnostyka zagrożeń górniczych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, ser. Górnictwo, z. 189, Gliwice 1990.
5. Krzemień S.: Teoretyczne podstawy określania miar stanu zagrożenia bezpieczeństwa w wyrobiskach górniczych. Monografia. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo, z. 204, Gliwice 1992,.
6. Krzemień S., Krause M.: Ocena ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy w kopalni. Górnictwo 2000, Międzynarodowa Konferencja. Politechnika Śląska, Beskid Śląski, listopad 1999.
7. Krzemień S., Krause M.: Podstawowe pojęcia i definicje zarządzania bezpieczeństwem pracy w zastosowaniu górniczym. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, nr 11, Katowice 1999.
8. Krzemień S., Krause M.: Szacowanie ryzyka zagrożenia tapaniami w kopalni węgla kamiennego. Przegląd Górniczy, nr 10, Katowice 1999.
9. Krzemień S, Mocek P.: Określenie wskaźnika ryzyka oddziaływania hałasu na organizm ludzki w wyrobiskach podziemnych. W: Górnictwo 2000. Międzynarodowa Konferencja. Politechnika Śląska, Beskid Śląski, listopad 1999.
10. Krzemień S., Mocek P.: Określenie wskaźnika ryzyka zawodowego charakteryzującego potencjalne zagrożenie powstałe w wyrobiskach podziemnych w wyniku oddziaływania pyłu węglowego na organizm ludzki. W: Zwalczenie zagrożeń pyłowych. Międzynarodowa Konferencja. KOMAG, Ustroń, październik 1999.
11. Markowski A.S.: Zarządzanie ryzykiem w przemyśle. Atest-Ochrona Pracy, nr 12. Warszawa 1994.
12. Muszer J.: Choroby zawodowe w kopalni węgla kamiennego województwa katowickiego w 1996r. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, nr 13. Katowice 1998.
13. Pawłowska Z.: Ryzyko zawodowe. W: Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. t. 2, Praca zbiorowa pod redakcją naukową D. Koradeckiej. CIOP, Warszawa 1997.
14. Pietrzak L.: Problemy doboru metod analizy ryzyka. Bezpieczeństwo Pracy, nr 3, Warszawa 1998.
15. Propozycje klasyfikacji niebezpiecznych zdarzeń. Departament ochrony zdrowia, zagrożeń naturalnych, bezpieczeństwa pracy i szkolenia. Zespół ds. analiz przyczyn i okoliczności

- niebezpiecznych zdarzeń i wypadków. Wyższy Urząd Górniczy, Katowice 1997 (materiały powielane).
16. Rączkowski B.: BHP w praktyce. ODiDK, Gdańsk 1999.
 17. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dn. 26 września 1997 w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Dziennik Ustaw 1997, nr 129, poz. 844.
 18. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 listopada 1983 r. w sprawie chorób zawodowych. Dziennik Ustaw 1983, nr 65, poz.259.
 19. Ryncarz T.: O systematycznej klasyfikacji zagrożeń występujących w górnictwie podziemnym. Kwartalnik Akademii Górniczo-Hutniczej, ser. Górnictwo, z. 3, Kraków 1983.
 20. Statystyki wypadkowe kopalń podziemnych w krajach Unii Europejskiej. Komisja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Górnictwie i Innych Przemysłach Wydobywczych. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, nr 6, Katowice 1999.
 21. Studenski R.: Szacowanie i ograniczanie ryzyka. Atest-Ochrona Pracy, nr 6, Warszawa 1994.
 22. Uprawnienia do obniżonego wieku emerytalnego. Atest-Ochrona Pracy, nr 8, Warszawa 1999.
 23. Valentin H. (red.): Medycyna pracy. PZWL, Warszawa 1985.
 24. Więcek E., Gromiec J., Pawlas K.: Higienista przemysłowy w Polsce nowy zawód. Atest-Ochrona Pracy, nr 8, Warszawa 1986.
 25. Zarządzenie Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego z dn. 3 sierpnia 1994 r. w sprawie określania kryteriów oceny zagrożeń naturalnych oraz trybu zaliczania złóż kopalni, ich części lub wyrobisk górniczych do poszczególnych kategorii zagrożeń. Monitor Polski 1994, nr 45, poz. 368.
 26. Zarządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dn. 30 grudnia 1996r. w sprawie wypełniania karty statystycznej wypadku przy pracy. Monitor Polski 1996, nr 1, poz. 6.

Abstract

The elaboration presents current problems involving the occupational risk evaluation at work place in mining. There is legal obligation, which but often does not remain solvable in practical applications. The authors present debatable problems of classification of dangerous and harmful factors of work environment in mining. This is difficult task because of complexity, dynamics and stochastic character of phenomenon in its occurring. There have been described work environments in mining, particularly distinguishing: hazards and exposures, hazardous risk (safety hazard risk) and healthy risk (health exposure risk). There have been defined the most important dangerous and harmful factors occurring in the underground mining. For the need of occupational risk evaluation there have been proposed separate classification of safety hazard risk and health exposure risk of workers at coal mine. Safety hazard risk includes: caving risk, crump risk, breakout risk, water risk, fire risk, explosion risk, gas risk, electric risk, burn risk, risk of hazardous contact oneself with transport installations on the move, risk of urgent and hazardous displace oneself people, risk of hazardous contact oneself with machinery, tools and materials on the move. Health exposure risk includes: physical risk (noise risk, vibration risk, dust risk, thermal risk, lighting risk, electromagnetic risk, ionizing risk), chemical risk (poisoning risk of toxic substances, poisoning risk of suffocation substances, irritation risk), biological risk (risk of bacterium's infection, risk of mushrooms infection), psychophysical risk (risk of physical overwork, risk of psychical indisposition).