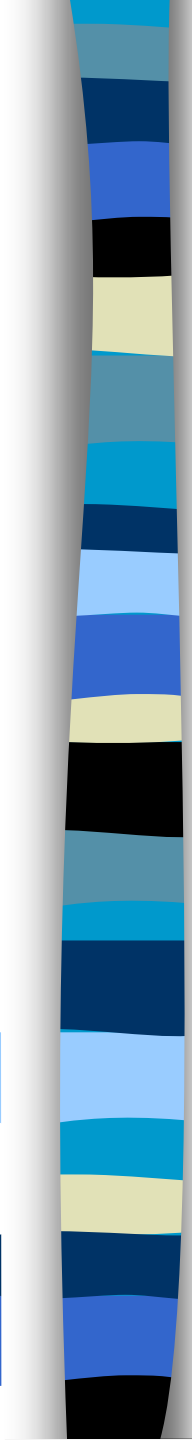


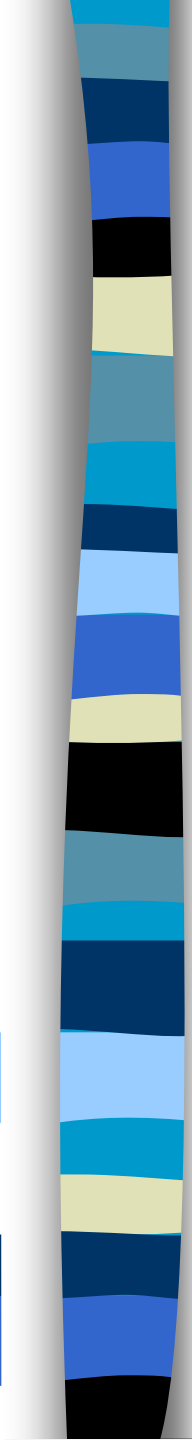
Metody analizy wykorzystywane do badania ryzyka zawodowego

dr hab. inż. Małgorzata Sławińska, prof. PP



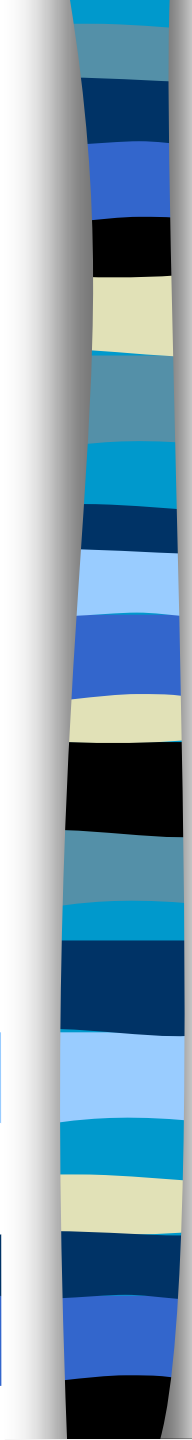
Problem interaktywności wypadków polega na tym, że liczba czynników oraz liczba interakcji i potencjalnych skutków staje się dość duża.

Z tego powodu wypadki są zjawiskami trudnymi do analizy i opisu.

- 
- Analiza ryzyka jest procesem wymagającym doświadczenia i wiedzy.
 - Proces analizy ryzyka wymaga dokładności i znacznego wkładu pracy.

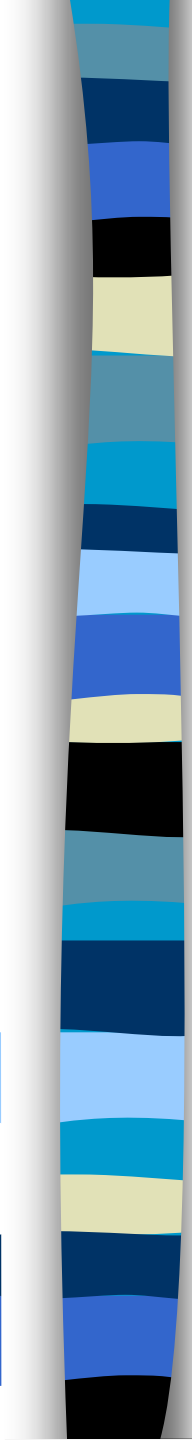
- **Od systematyczności**

w ustalaniu potencjalnych źródeł zagrożenia i miejsc, w których może nastąpić źródło niepożądanego energii, zależy powodzenie przedsięwzięcia.



Dla potrzeb identyfikacji zagrożeń wykorzystuje się najczęściej w praktyce **metodę list kontrolnych** (Checklist, CHL), a w uzasadnionych przypadkach należy zastosować bardziej zaawansowane metody, należące do grupy metod jakościowych - **probabilistyczna analiza ryzyka** (Probabilistic Risk Analysis, PRA) lub metod ilościowych - **ilościowa analiza ryzyka** (Quantitative Risk Analysis QRA), np.:

1. analiza bezpieczeństwa pracy (Job Safety Analysis, JSA),
2. analiza bezpieczeństwa procesu (Process Safety Analysis, PSA),
3. analiza co-jeśli (co-gdy) (What-if Analysis, WI),
4. analiza drzewa błędów (uszkodzeń, niezdatności) (Fault Tree Analysis, FTA),
5. analiza drzewa zdarzeń (Event Tree Analysis, ETA),
6. analiza niezawodności człowieka (Human Reliability Analysis, HRA),
7. analiza przyczyn i wyników (Cause and Consequence Analysis, CCA),
8. analiza rodzaju błędu i skutków (Failure Modes and Effects Analysis, FMEA),
9. analiza rodzaju błędu i krytyczności skutków (Failure Modes and Effects Criticality Analysis, FMECA),
10. analiza zadań krytycznych (Critical Task Analysis, CTA),
11. przegląd bezpieczeństwa (Safety Review, SR),
12. studium zagrożeń i zdolności operacyjnych (Hazard and Operability Studies, HAZOP),
13. technika rankingu zagrożeń (klasyfikacji względnej) (Relative Ranking, RRT),
14. technika przewidywania zakresu błędu człowieka (Technique for Human Error Rate Predication, THERP),
15. wstępna analiza zagrożeń (Preliminary Hazard Analysis, PHA),
16. zarządzanie drzewem ryzyka i pomyłek (Management Oversight and Risk Tree, MORT).



Można wyróżnić wiele rodzajów metod służących do badania ryzyka, które można klasyfikować według wielu kryteriów podziału, np.:

1. sposób analizy (analizy indukcyjne i dedukcyjne),
2. charakter analizy (analizy jakościowe i ilościowe),
3. stopień złożoności metody (analizy proste i skomplikowane),
4. stopień dokładności metody (analizy szacunkowe i szczegółowe),
5. rodzaj analizowanych strat (straty ludzkie i straty materialne),
6. kategoria analizowanego ryzyka (bezpieczeństwo, zdrowie i środowisko),
7. analizowany element systemu C-O-T (człowiek, obiekt techniczny i środowisko).



Wnioski:

Do badania ryzyka zawodowego są stosowane różnorodne metody (techniki), których dobór zależy m.in. od:

1. celu analizy,
2. stopnia szczegółowości i charakteru otrzymanych wyników,
3. specyfiki poszczególnych dziedzin gospodarki i rodzajów działalności,
4. dużej różnorodności zakładów pracy, jednostek organizacyjnych i stanowisk pracy.



Dwie podstawowe grupy metod analizy ryzyka:

- 1. metoda dedukcyjna,
- 2. metoda indukcyjna.



W metodzie dedukcyjnej

zakładane jest zdarzenie końcowe
i szukane są zdarzenia, które mogły
doprowadzić do tego zdarzenia
końcowego.



W metodzie indukcyjnej

zakłada się uszkodzenie elementu maszyny.
Późniejsza analiza identyfikuje zdarzenia, które
mogły być spowodowane tą awarią.

Do oszacowania wielkości ryzyka zawodowego można wykorzystać m.in. następujące metody:

- **metoda jakościowa wg PN-N-18002:2000 dla czynników niemierzalnych** (dla których nie wyznaczono wartości dopuszczalnych), w której poziom ryzyka jest kombinacją dwóch wielkości: prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia P i ciężkości następstw zagrożenia S, a ryzyko można ocenić w skali trójstopniowej lub pięciostopniowej;
- **metoda ilościowa wg PN-N-18002:2000 dla czynników mierzalnych** (dla których wyznaczono wartości dopuszczalne), w której porównuje się wielkość charakteryzującą stężenie lub natężenie czynnika szkodliwego dla zdrowia z wartością odpowiedniej normy higienicznej, np. dla hałasu, drgań mechanicznych, czynników chemicznych;
- **metoda wskaźnikowa Score Risk lub Risk Score**, w której poziom ryzyka jest kombinacją trzech wielkości: prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia P, ekspozycji człowieka na zagrożenie E i potencjalnych skutków zagrożenia S, w literaturze występuje kilka odmian tej metody, ponadto jest wykorzystywana w programach komputerowych;
- **metody matrycowe** (tablice ryzyka inne niż PN-N-18002), np.:
 - - metoda wg normy BS 8800,
 - - metoda wg normy MIL STD 882,
 - - metoda wg normy DIN V 19250,
 - - metoda wg normy PN-IEC 60300-3-9;
- **metody wskaźnikowe** (wskaźniki ryzyka inne niż Score Risk), np.:
 - - Pięć kroków do oceny ryzyka (Five steps to risk assessment),
 - - metoda Risk Assessment Code,
 - - metoda wg Allgemeine Themen,
 - - metoda TESEO,
 - - wskaźnik poziomu ryzyka WPR,
 - - metody oceny ryzyka w górnictwie wg propozycji Politechniki Śląskiej, np. metoda porównawczo-jakościowa – wg S. Krzemienia, metoda oceny ryzyka czynności – wg S. Krzemienia i M. Krause, metoda oceny ryzyka wypadkowego – wg M. Krause, metoda oceny ryzyka zdrowotnego – wg P. Mocka);



- **metody graficzne**, np.:

- - kalkulator (nomogram) ryzyka, np. wg CIOP-PIB,
- - graf wg DIN V 19250,
- - graf wg PN-EN 954-1,
- - graf wg Mayser Polymer Electronic;

- **wybrane metody analizy ryzyka**, np.:

- - wstępna analiza zagrożeń PHA,
- - analiza bezpieczeństwa pracy JSA,
- - metody drzew logicznych (m.in. ETA, FTA, FMEA), np. wg PN-IEC 60300-3-9, wg PN-IEC 812, wg PN-IEC 1025, metody analizy drzew logicznych w górnictwie wg propozycji S. Krzemienia, wg A. Hebdy;

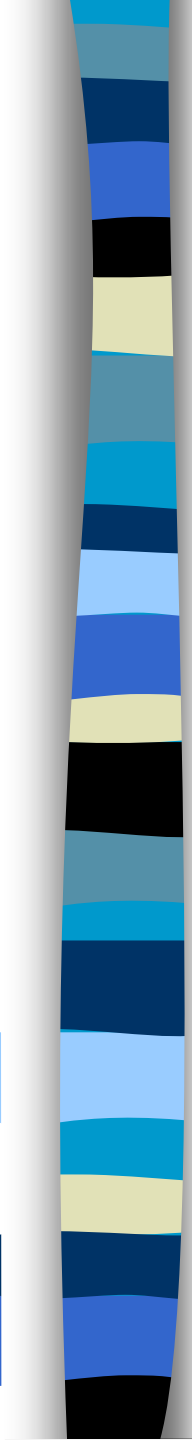
- **wybrane metody badania wypadków**, np.:

- - metoda badania wypadków w powiązaniu z oceną ryzyka KIK (wg CIOP-PIB),
- - metody graficzne badania przyczynowości wypadkowej w górnictwie, np. wg propozycji A. Szczurowskiego, wg E. Cichowskiego, wg S. Bogackiego;

- **programy komputerowe** – będące systemami eksperckimi wspomagającymi systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy oraz zawierającymi moduł oceny ryzyka lub odrębnymi programami wspomagającymi ocenę ryzyka, w postaci bazy danych lub arkusza kalkulacyjnego, najczęściej w środowisku Microsoft Windows.

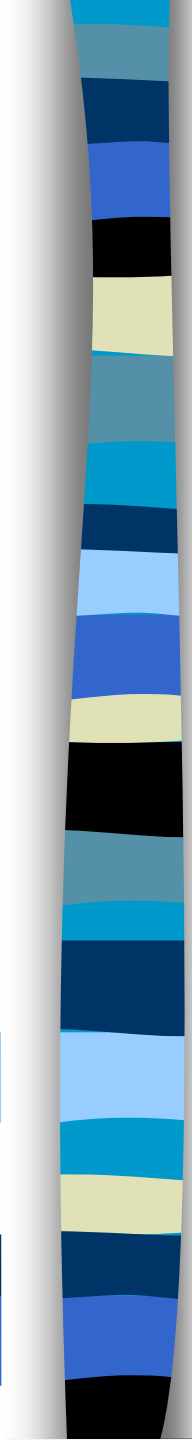


***METODA LIST
KONTROLNYCH (CHECK LIST, CHL)***



□ Metoda List Kontrolnych polega na użyciu przez analityka odpowiednio przygotowanego kwestionariusza (bądź kilku kwestionariuszy), dzięki któremu jest w stanie odpowiedzieć na **pytania identyfikujące znane rodzaje zagrożeń i potencjalnie niebezpieczne sytuacje związane ze stosowanymi procesami i operacjami.**

- Najczęściej opiera się na doświadczeniu wynikającym z dotychczas przeprowadzonych analiz identycznych lub zbliżonych instalacji.
- Pozwala na wczesne wykrycie i przeprowadzenie akcji zapobiegających wystąpieniu awarii mających miejsce w podobnych systemach.



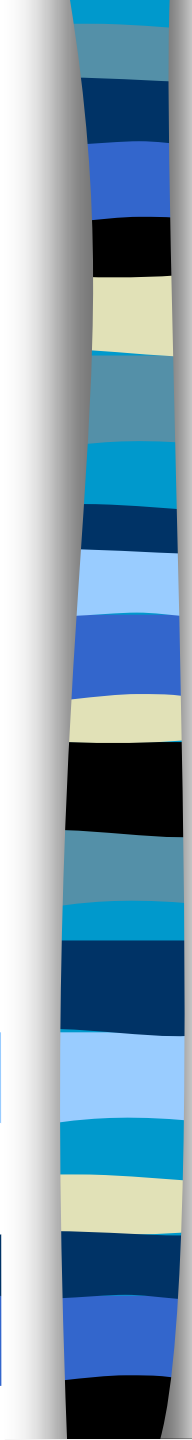
- Warunki analizy zależą w dużym stopniu

**od osobistego doświadczenia i wiedzy
autorów listy
oraz zrozumienia specyfiki badanego obiektu.**

Czynniki te determinują wybór odpowiedzi "tak" lub "nie"
na pytania listy sprawdzającej.

Prawidłowo wykonany przegląd metodą list kontrolnych dostarcza
pewności, że analizowana instalacja odpowiada akceptowanym
standardom lub pozwala na określenie fragmentów wymagających
dalszych badań.

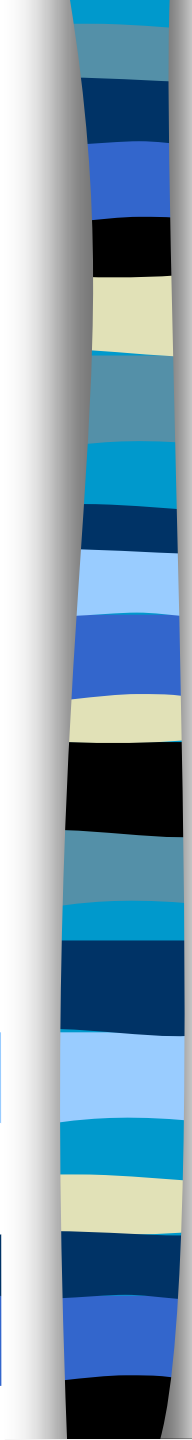


- 
- Metoda list kontrolnych składa się z trzech głównych etapów:
 - 1- wyboru i przygotowania odpowiedniej listy kontrolnej,
 - 2- przeglądu,
 - 3- przygotowania raportu.

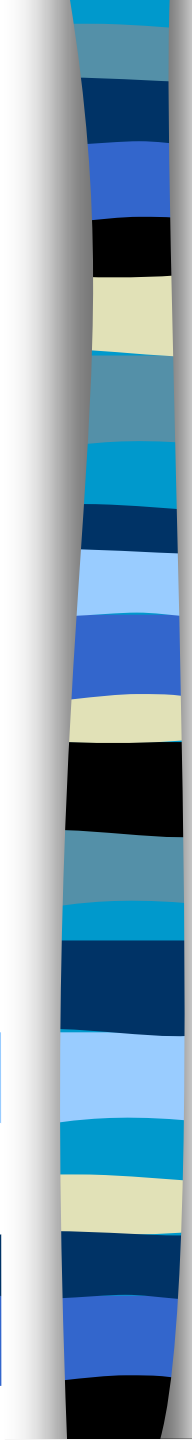


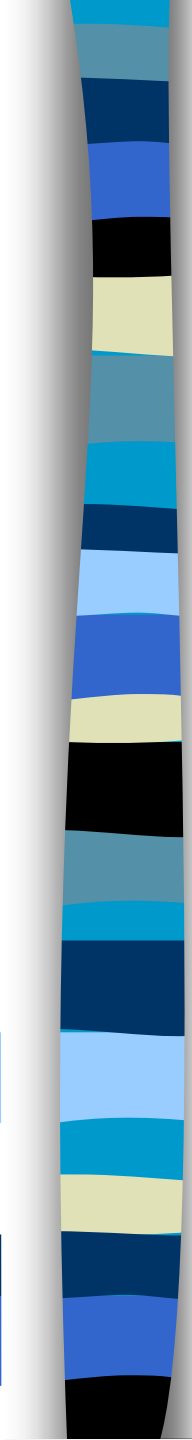
metody zaawansowane

**HRA, HAZOP, FMEA, WAIT, JSA, WHAT-IF,
MORT**



**Analiza błędów ludzkich HRA (*Human Reliability Analysis*)
ZWANA RÓWNIEŻ ANALIZĄ NIEZAWODNOŚCI CZŁOWIEKA
JEST ZBIOREM METOD MAJĄCYCH NA CELU IDENTYFIKACJĘ
I ANALIZĘ PRZYCZYN ZDARZEŃ SPOWODOWANYCH
DZIAŁALNOŚCIĄ CZŁOWIEKA.**

- 
- Przy pomocy HRA, analizowany jest wpływ ludzi na funkcjonowanie poszczególnych procesów, systemów ale również i maszyn oraz oceniany jest wpływ błędów ludzkim na ich nieuszkodzalność.

- 
- **HRA** przeprowadza się zazwyczaj po przeprowadzeniu analiz innego typu (np. HAZOP, FMEA), za pomocą których wykazano wpływ błędów ludzkich na zaistnienie groźnych skutków.
 - Danymi wejściowymi do tej metody są:
 1. informacje o zadaniach, jakie pracownicy muszą wykonać,
 2. informacje o rodzajach błędów, jakie występują w praktyce lub potencjalnie mogą wystąpić.



Ocena HRA

identyfikuje różnorodne rodzaje błędnych działań:

- **błąd pominięcia**,
- **błąd niewykonanie wymaganego działania**,
- **błąd wykonania**, np. **niepowodzenie** w przeprowadzeniu wymaganego działania, działanie przeprowadzone ze zbyt dużą lub zbyt małą siłą, lub bez wymaganej dokładności, działanie wykonane w niewłaściwym czasie, działanie (lub działania) wykonane w nieprawidłowej kolejności,
- **działanie nadprogramowe**, niewymagane działanie wykonane zamiast lub jako dodatkowe w stosunku do działania wymaganego.



Danymi wyjściowymi HRA są:

- **lista błędów**, jakie mogą wystąpić, oraz metody ich eliminowania, np. poprzez przebudowę systemu pracy,
- **błędy**, przyczyny i ich konsekwencje,
- **jakościowa i ilościowa ocena ryzyka** wywołanego przez błędy pracowników.

Technika HRA jest jedną z wielu,
jakie można stosować
podczas identyfikacji ryzyka.



HAZOP

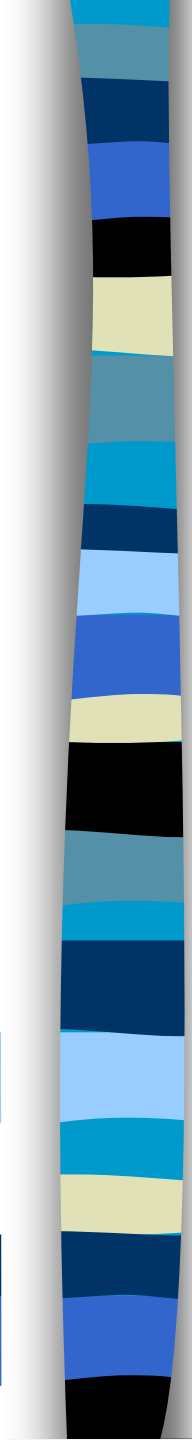
Hazard and Operability Studies

Metoda analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych

- **HAZOP** (*Hazard and Operability Study*) jest ustrukturyzowanym i systematycznym badaniem planowanych lub istniejących produktów, procesów, procedur oraz systemów.

Jest techniką identyfikacji ryzyka związanego z bezpieczeństwem:

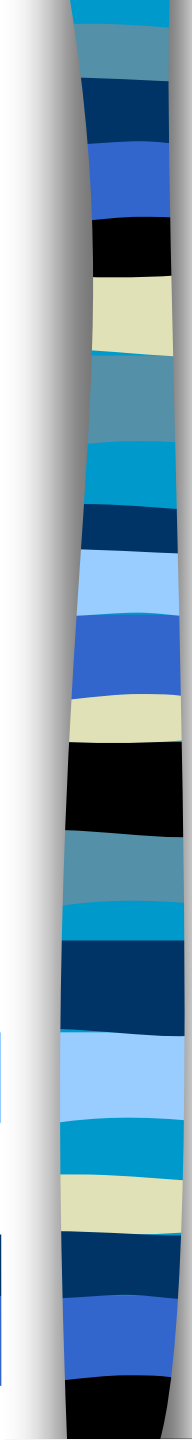
- pracowników,
- wyposażenia,
- sprzętu,
- środowiska,
- celów organizacji.



Metoda HAZOP początkowo była wykorzystywana wyłącznie w przemyśle chemicznym jako sposób analizy ryzyka, lecz obecnie wykorzystywana jest w innych gałęziach gospodarki.

W zależności od analizowanego przedmiotu, używa się określeń:

1. **Process HAZOP** – analiza pracy instalacji przemysłowej;
2. **Human HAZOP** – analiza błędów ludzkich i ich skutków;
3. **Procedure HAZOP** – przegląd procedur i ich sprawdzenie;
4. **Software HAZOP** – analiza oprogramowania oraz identyfikacja błędów.



**HAZOP jest metodą zespołową,
opartą na założeniu, że grupa specjalistów
z wielu różnych dziedzin
uzyska dużo lepsze rezultaty analizy zagrożeń,
niż w przypadku pracy indywidualnej.**

Zaletą metody HAZOP

bardzo wysoka efektywność, ponieważ w czasie analizy grupa ekspertów dokonuje dokładnego i metodycznego przeglądu całego systemu.

Na podstawie swoich doświadczeń i specjalistycznej wiedzy dokonywana jest dogłębna analiza problemu i określone zostają zdarzenia inicjujące ryzyko oraz działania zapobiegające powstawaniu ryzyka.

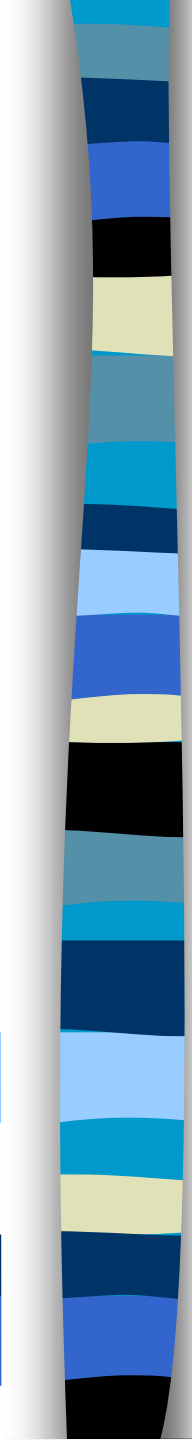
Jednak HAZOP jest metodą pracochłonną, kosztowną i wymagającą wysokich kwalifikacji zawodowych.



Work Accidents Investigation Technique



WAIT



Metoda WAIT została opracowana w 2002 r.
i zaproponowana przedsiębiorstwom
w Wielkiej Brytanii .

Jest przykładem nowoczesnego,
usystematyzowanego i logicznego podejścia
do badania wypadków przy pracy.



Metoda składa się z dwóch etapów.

□ 1

W pierwszym etapie postępowania przeprowadza się uproszczone badanie wypadku.

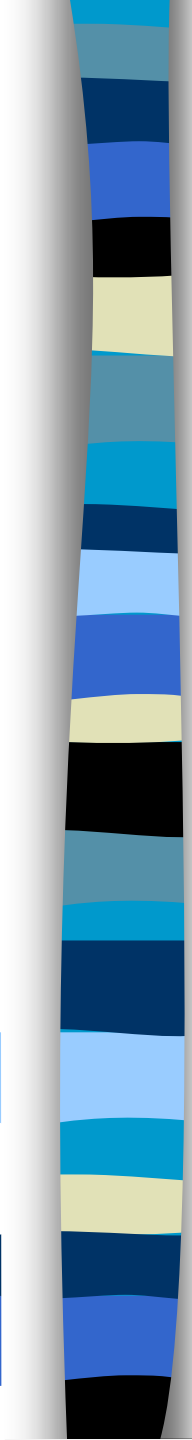
Badane są podstawowe przyczyny i okoliczności wypadku, zbiera się także informacje dla potrzeb rejestracji i dokumentacji wydarzenia.



□ 2

W drugim etapie postępowania przeprowadza się pogłębioną analizę wypadku.

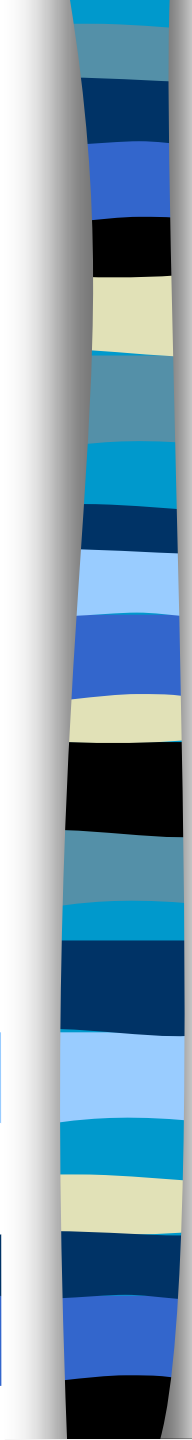
W pogłębionej analizie wypadku identyfikowane i analizowane są słabości, braki oraz dające się ustalić uwarunkowania w organizacji pracy.

- 
1. Przy badaniu wypadku metodą WAIT obserwuje się wyraźne różnice między zdarzeniami obserwowalnymi (faktami) a interpretacjami i wnioskami.
 2. W metodyce tej przyjmuje się zasadę wieloprzyczynowości i zasadę dysfunkcji systemu prowadzącą do wypadku.
 3. Do rozważań przyjmuje się tzw. zdarzenia, warunki lub błędy: aktywne oraz ukryte lub utajone.



Analiza podstawowa obejmuje:

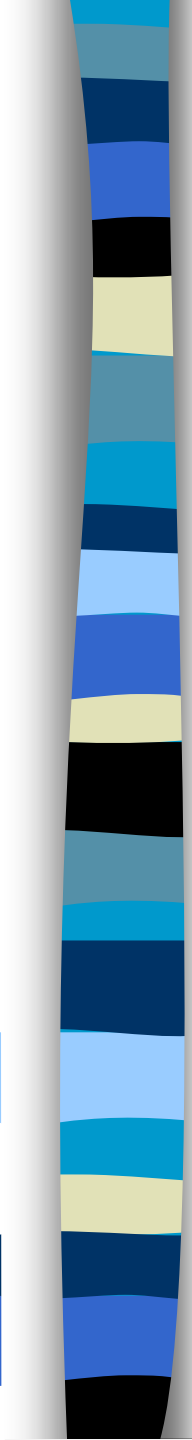
- 1. Zbieranie informacji.
- 2. Identyfikację aktywnych zdarzeń/błędów.
- 3. Ustalenie możliwych czynników wpływu.
- 4. Porównanie wyników analizy z wynikami oceny ryzyka zawodowego.



Analiza pogłębiona

to następane pięć kroków:

- 5. Analiza czynników indywidualnych i czynników związanych z pracą.
- 6. Analiza czynników organizacji i zarządzania.
- 7. Powiązania z systemem zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy.
- 8. Opracowanie działań prewencyjnych.
- 9. Poszukiwanie czynników pozytywnych.



Ukryte zdarzenia, błędy lub uwarunkowania są zwykle trudne do wykrycia. Wiążą się one z niedostatkami lub ze słabościami w organizacji pracy.

1. Uwidaczniają się w postaci negatywnego wpływu na zdarzenia aktywne.
2. Ukryte warunki lub błędy są z reguły tworzone przez ludzi niezwiązanych bezpośrednio ze stanowiskiem pracy lub niezaangażowanych aktywnie w obszar wypadku, jak: przedstawiciele kierownictwa, technolodzy, projektanci itp.
3. Do ukrytych warunków lub błędów należą np.: niewłaściwa konserwacja maszyn, braki w nadzorze, braki w szkoleniu, złe wyposażenie stanowiska pracy, niejednoznaczne odpowiedzialności osób lub zasady postępowania.



Analiza rodzajów uszkodzeń i ich skutków (FMEA)

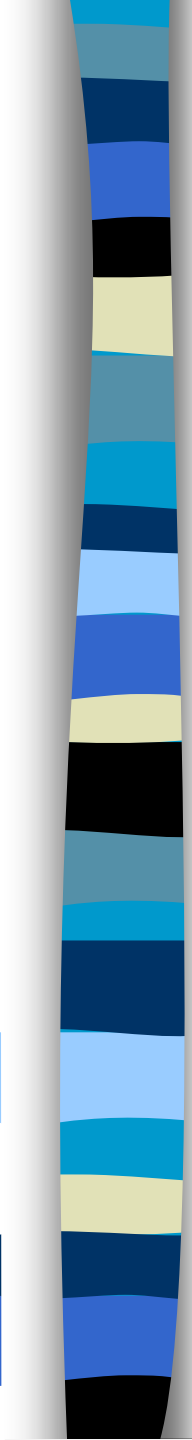
Procedure for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

FMEA jest metodą indukcyjną, której głównym celem jest oszacowanie częstości i skutków uszkodzeń elementu składowego.

Jeśli procedura obsługi lub błąd operatora są znaczące, bardziej odpowiednie mogą być inne metody.

W metodzie FMEA może wymagać większego nakładu czasu niż w przypadku metody np. drzewa błędów, ponieważ konieczne jest uwzględnienie warunków wystąpienia.

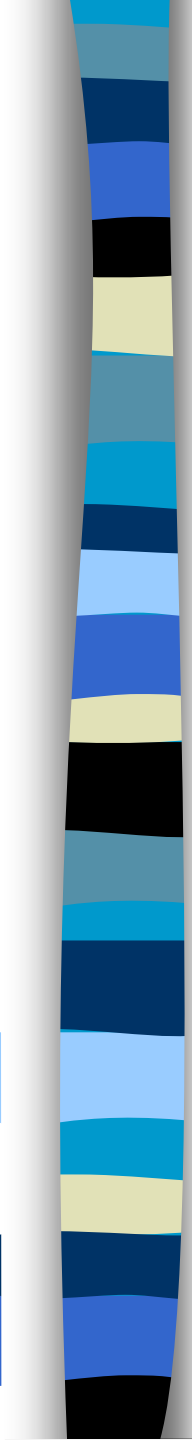
Jeśli uszkodzenia te nie są analizowane wnikliwie, należy to zapisać w dokumentacji.

- 
- **Metodę FMEA** (Failure Mode and Effect Analysis) - znana też pod innymi nazwami: **FMECA** (Failure Mode and Criticality Analysis) i **AMDEC** (Analys des Modes de Defaillance et Leurs Effets)

Zaczęto stosować w latach 60 w USA przy wyrobach dla astronautyki. Metodą tą weryfikowano projekty różnych elementów statków kosmicznych, aby zapewnić bezpieczeństwo uczestnikom wyprawy. Sukces tej metody w NASA, spowodował, że znalazła ona zastosowanie w przemyśle lotniczym i jądrowym.

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych metoda ta zadomowiła się w Europie i znalazła nowe zastosowania w przemyśle chemicznym, elektronicznym, a także samochodowym gdzie zaobserwowano największą dynamikę zastosowania tej metody.

W latach dziewięćdziesiątych została zaadaptowana w ramach normy ISO 9000, a w szczególności w QS 9000 przeznaczonej dla przemysłu samochodowego.

- 
1. Metoda polega na analitycznym ustalaniu związków przyczynowo-skutkowych powstawania potencjalnych wad produktu oraz uwzględnieniu w analizie czynnika krytyczności (ryzyka).
 2. Jej celem jest konsekwentne i systematyczne identyfikowanie potencjalnych wad produktu/procesu, a następnie ich eliminowanie lub minimalizowanie ryzyka z nimi związanego.
 3. Dzięki metodzie FMEA możemy ciągle doskonalić produkt/proces poprzez poddawanie go kolejnym analizą i na podstawie uzyskanych wyników wprowadzać nowe poprawki i rozwiązania, skutecznie eliminujące źródła wad oraz dostarczające nam nowe pomysły ulepszające właściwości wyrobu.
 4. Można ją wykorzystywać do procesów bardzo złożonych zarówno w produkcji masowej jak i jednostkowej.





FMEA produktu **można stosować w różnych fazach powstania produktu:**

1. koncepcji produktu,
2. przed wdrożeniem do produkcji,
3. w czasie wdrażania produktu na skalę przemysłową,
4. produkcji,
5. eksploatacji.



metody probabilistyczne - np.

DRZEWA LOGICZNE, m.in. FTA, ETA, CCA;



Analiza drzewa błędów (FTA- Fault Tree Analysis)

FTA jest metodą dedukcyjną
rozpoczynającą się od zdarzenia uważanego za
niepożądane
i umożliwiającą użytkownikowi tej metody
znalezienie pełnego zestawu
krytycznych ścieżek
prowadzących do tego niepożądanego
zdarzenia.



Identyfikacja oraz analiza zagrożeń za pomocą metody drzewa niezdatności (FTA)

Zidentyfikowane czynniki (przyczyny) naniesione na drzewo błędu są ze sobą powiązane i mogą być określane jako:

1. specyficzne awarie (np. awarie maszyn i urządzeń do obróbki drewna);
 2. błędy ludzkie (np. na linii produkcyjnej);
 3. warunki środowiskowe;
4. inne zdarzenia, mogące doprowadzić do awarii.

Cel stosowania FTA

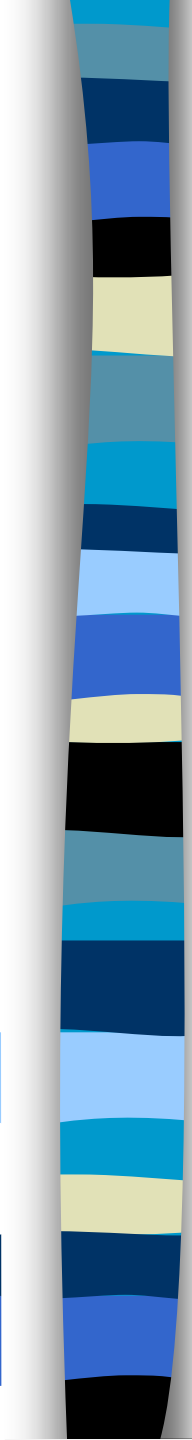
W ocenie zdarzeń elementarnych metoda FTA jest metodą ilościową. Korzysta z danych niezawodnościowych dotyczących:

- urządzeń mechanicznych,
- urządzeń elektrycznych,
- aparatury kontrolno-pomiarowej,
- wytrzymałości zbiorników,
- innych informacji opisujących prawdopodobieństwo uszkodzenia elementu wchodzącego w skład instalacji oraz wpływającego na jej funkcjonowanie.





ANALIZY „CO, JEŻELI”
(WHAT-IF ANALYSIS)

- 
- Analiza "Co - Jeżeli" jest kreatywnym sposobem testowania procesu lub operacji opartym na metodzie "burzy mózgów".
 - Głównym zadaniem Analizy "Co - Jeżeli" jest szczegółowa ocena wpływu możliwych odstępstw, sformułowanych jako pytanie: co się stanie jeżeli..., od założeń konstrukcyjnych i procedur obsługi na podstawie zdarzeń o groźnych skutkach.

Metoda ta identyfikuje zagrożenia, skutki i potencjalne metody redukcji zagrożenia. Przykładowe pytanie metody może brzmieć:

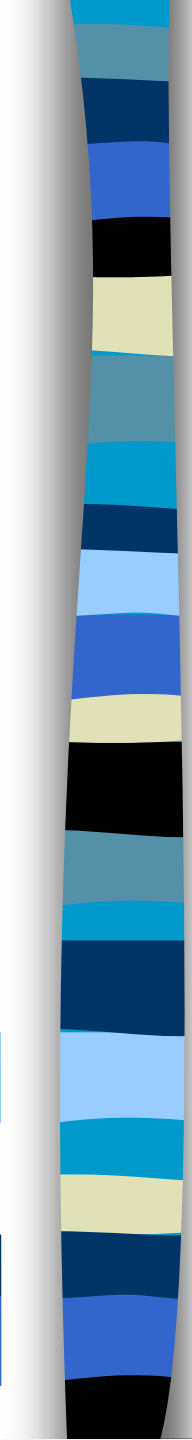
- *"Co się stanie jeżeli składnik będzie miał niewłaściwą koncentrację?"*
- Zespół analityków powinien spróbować przewidzieć reakcję procesu na to odstępstwo np.:
- *"Zdwojona koncentracja kwasu spowoduje utratę kontroli nad reakcją i gwałtowny wzrost wydzielanego ciepła"*

Po takiej konstatacji można np. zaproponować zainstalowanie systemów automatycznego wygaszania reakcji.

Analiza "Co-Jeżeli" składa się podobnie jak inne z trzech głównych etapów **1- przygotowania,**

2-przeglądu,

3- dokumentacji analizy.



PHA

**– PRELIMINARY HAZARD
ANALYSIS**



- **Metoda wstępnej analizy zagrożeń (PHA – Preliminary Hazard Analysis)**

Metoda pozwala na jakościowe oszacowanie ryzyka i korzysta również z dwóch parametrów:

S - wielkości (stopnia) ewentualnej szkody,

P - prawdopodobieństwa powstania takiej szkody.

Parametr wielkość szkody (**S**) przyjmuje wartości **1 - 6** według następującego zestawienia:

Wielkość szkody:

- 1. niewielka, znikome urazy, szkody nieznaczne,
- 2. lekkie obrażenia, szkody wymierne,
- 3. ciężkie obrażenia, szkody znaczne,
- 4. wypadek śmiertelny jednej osoby, szkody ciężkie,
- 5. wypadek śmiertelny zbiorowy, bardzo ciężkie szkody na terenie przedsiębiorstwa,
- 6. wypadek śmiertelny zbiorowy, bardzo ciężkie szkody poza terenem przedsiębiorstwa.



Prawdopodobieństwo powstania szkody (**P**) przyjmuje wartości **1 - 6**

według następującego zestawienia:

Powstanie szkody:

1. nieprawdopodobne
2. mało prawdopodobne, szkoda powstaje raz na 10 lat
3. szkoda może się wydarzyć raz w roku
4. dosyć częste, szkoda może się wydarzyć raz w miesiącu
5. częste, szkoda może się wydarzyć raz na tydzień
6. bardzo prawdopodobne

- Po oszacowaniu parametrów **S i P** ryzyko określane (wartościowane) jest według poniższej tabeli:

		Prawdopodobieństwo powstania szkody (P)					
		1	2	3	4	5	6
Wielkość (stopień) szkody (S)	1	1	2	3	4	5	6
	2	2	4	6	8	10	12
	3	3	6	9	12	15	18
	4	4	8	12	16	20	24
	5	5	10	15	20	25	30
	6	6	12	18	24	30	36

.Ryzyko określane jest na trzech poziomach:

1 - 3 akceptowalne

4 - 9 dopuszczalna akceptowalność ryzyka po przeprowadzeniu oceny

powyżej 10 ryzyko niedopuszczalne

PRZYKŁAD

- Stanowisko pracy: bibliotekarz, dla zagrożenia uderzeniem przez spadające przedmioty:
- wielkość szkody **S = 2** (lekkie obrażenia)
- prawdopodobieństwo szkody **P = 3** (może zdarzyć się raz w roku, w bibliotece panuje porządek)
- Oznacza to ryzyko na poziomie 6, czyli dopuszczalna jest akceptacja ryzyka po przeprowadzeniu oceny.

		Prawdopodobieństwo powstania szkody (P)					
		1	2	3	4	5	6
Wielkość (stopień) szkody (S)	1	1	2	3	4	5	6
	2	2	4	6	8	10	12
	3	3	6	9	12	15	18
	4	4	8	12	16	20	24
	5	5	10	15	20	25	30
	6	6	12	18	24	30	36

.Ryzyko określane jest na trzech poziomach:

1 - 3 akceptowalne

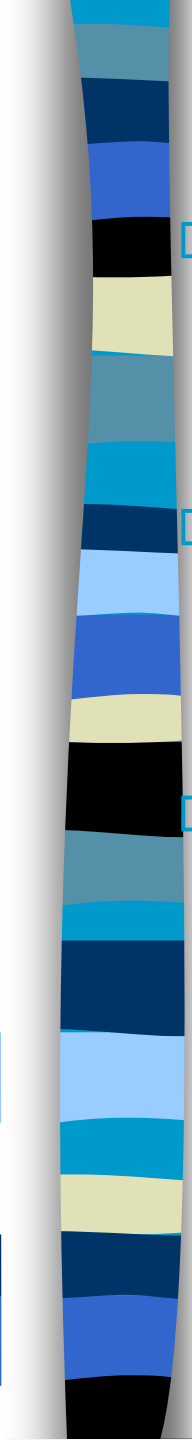
4 - 9 dopuszczalna akceptowalność ryzyka po przeprowadzeniu oceny

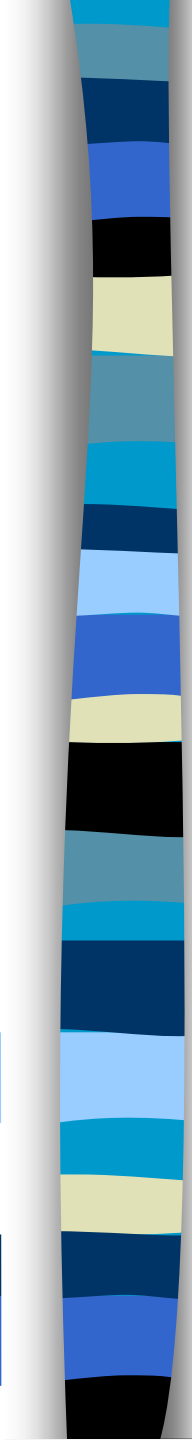
powyżej 10 ryzyko niedopuszczalne



Analiza Przyczyn i Skutków

(CAUSE-CONSEQUENCE ANALYSIS)

- 
- Analiza Przyczyn i Skutków (CCA) jest mieszaniną technik stosowanych w metodach drzew zdarzeń i drzew uszkodzeń.
 - Do przeprowadzenia analiz niezbędna jest znajomość systemów bezpieczeństwa i procedur postępowania w stanach awaryjnych.
 - Jakościowe wyniki analiz wskazują na związki pomiędzy zachodzeniem wypadków a ich przyczynami.

- 
- Ogólna procedura CCA składa się z pięciu głównych etapów:
 1. **wyboru zdarzenia** lub sytuacji awaryjnej do analiz;
 2. identyfikacji **funkcji bezpieczeństwa** (systemów, działań operatorskich, barier, itp.) mających wpływ na przebieg awarii wywołanej zdarzeniem inicjującym;
 3. określenia **ścieżek awaryjnych** od zdarzenia inicjującego (analiza ETA);
 4. wyznaczenia **zdarzeń elementarnych** dla zdarzenia inicjującego (analiza FTA);
 5. wyznaczenia **minimalnych przekrojów** dla sekwencji awaryjnych.



Proces Safety Analysis

– *ANALIZA BEZPIECZEŃSTWA PROCESU*

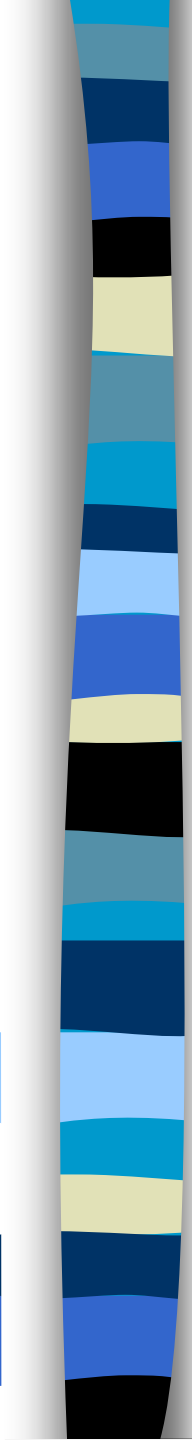


PSA Proces Safety Analysis – analiza bezpieczeństwa procesu

Podział czynników niebezpiecznych,
szkodliwych i uciążliwych.

- Czynniki występujące w procesach pracy można podzielić na dwie podstawowe grupy:
 1. czynniki niebezpieczne (urazowe),
 2. czynniki szkodliwe i uciążliwe.





CZYNNIKI NIEBEZPIECZNE (urazowe), które działając na człowieka mogą spowodować uraz (wypadek przy pracy).

Można wyrozróżnić kilka podstawowych grup tych czynników:

1. zagrożenia elementami ruchomymi i luźnymi,
2. zagrożenia elementami ostrymi i wystającymi,
3. zagrożenia związane z przemieszczaniem się ludzi, przemieszczaniem materiałów i ich magazynowaniem
4. zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym,
5. zagrożenie poparzeniem,
6. zagrożenie pożarem lub/i wybuchem.

Wymienione wyżej zagrożenia należą do czynników fizycznych **działających przeważnie na pracownika w sposób nagły.**





▣ CZYNNIKI SZKODLIWE I UCIAŹLIWE

Czynniki szkodliwe i uciążliwe działające na pracownika przez okres dłuższy mogą spowodować obniżenie sprawności fizycznej i psychicznej pracownika (np. obniżenie wydajności pracy), czy zmiany w stanie zdrowia, powodując w ostateczności choroby zawodowe.

- ▣ Czynniki te dzielimy na 4 podstawowe grupy:

1. Czynniki fizyczne

- ▣ hałas ustalony i nie ustalony, hałas infradźwiękowy, hałas ultradźwiękowy,
- ▣ drgania mechaniczne (wibracja ogólna i oddziałująca na organizm człowieka przez kończyny górne),
- ▣ mikroklimat zimny i gorący,
- ▣ promieniowanie optyczne (widzialne, podczerwone i ultrafioletowe),
- ▣ promieniowanie jonizujące,
- ▣ promieniowanie laserowe,
- ▣ pole i promieniowanie elektromagnetyczne (niskiej i wysokiej częstotliwości),
- ▣ prąd elektryczny i pole elektrostatyczne,
- ▣ aerozole - pyły przemysłowe,
- ▣ obniżone i podwyższone ciśnienie.



2. Czynniki chemiczne

W zależności od rodzajów działania na organizm człowieka, dzielimy je na:

- substancje toksyczne,
- substancje drażniące,
- substancje uczulające,
- substancje rakotwórcze,
- substancje mutagenne,
- substancje upośledzające funkcje rozrodcze,

W zależności od drogi działania na organizm człowieka przez:

- drogi oddechowe,
- skórę i błony śluzowe,
- przewód pokarmowy.



3. Czynniki biologiczne

- mikroorganizmy roślinne i zwierzęce (bakterie, wirusy, riketsje, grzyby, pierwotniaki) i wytwarzane przez nie toksyny i alergeny,
- makroorganizmy roślinne i zwierzęce.

4. Czynniki psychofizyczne

- obciążenie fizyczne (statyczne i dynamiczne),
- obciążenie psychoneurwowe.



METODA JSA, JOB SAFETY ANALYSIS

METODA OCENY RYZYKA PRZY POMOCY ANALIZY BEZPIECZEŃSTWA PRACY (tzw. metoda JSA, z ang. Job Safety Analysis)

- Zgodnie z tą metodą poziom ryzyka określa się jako funkcję dwóch parametrów: **konsekwencji** (skutku) zdarzenia i **prawdopodobieństwa** konsekwencji zdarzenia.

Prawdopodobieństwo konsekwencji zdarzenia określa się natomiast jako sumę trzech parametrów:

- F** - częstotliwość występowania zagrożenia;
- O** - prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia;
- A** - możliwość uniknięcia lub zmniejszenia skutków zdarzenia



- **Parametry te szacuje się następująco:**

F – częstotliwość występowania zagrożenia

Wartość	Częstotliwość
1	mniej niż raz w roku
2	raz w roku
3	raz w miesiącu
4	raz w tygodniu
5	codzienne

O – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia

Wartość	Prawdopodobieństwo
1	nieistotne (pomijalne)
2	mało prawdopodobne
3	możliwe (wyobrażalne)
4	prawdopodobne
5	zwykłe

A – możliwość uniknięcia lub zmniejszenia skutków zdarzenia

Wartość	Możliwość
1	oczywista
2	prawdopodobna
3	możliwa
4	niezbyt realna
5	niemożliwa

Konsekwencje (skutek) zdarzenia szacowane są według poniższej tabelki:

Konsekwencje (skutek) zdarzenia		
Klasa	Wskazanie	Charakterystyka
C1	nieznaczne	nie powodujące niezdolności do pracy
C2	marginalne	powodujące krótką niezdolność do pracy
C3	poważne	powodujące dłuższą niezdolność do pracy
C4	bardzo poważne	śmierć

Po określeniu prawdopodobieństwa konsekwencji zdarzenia, jako sumy oszacowanych dla danego zagrożenia na stanowisku pracy parametrów **F**, **O** i **A** oraz określeniu klasy konsekwencji zdarzenia, można przystąpić do wartościowania ryzyka zgodnie z poniższą tabel

Klasa konsekwencji zdarzenia	Prawdopodobieństwo konsekwencji zdarzenia				
	3 - 4	5 - 7	8 - 10	11- 13	14 - 15
C1	1	2	3	4	5
C2	2	3	4	5	6
C3	3	4	5	6	7
C4	4	5	6	7	8

Wartości **1-2**: oznaczają **ryzyko pomijalne**, **3-5** **ryzyko akceptowalne**, a **6-8** **ryzyko nieakceptowalne**.

PRZYKŁAD

Stanowisko pracy: malarz, dla zagrożenia zaprószeniem oczu, pyłami:

Częstotliwość występowania zagrożenia: **F = 5** (codziennie)

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia: **O = 4** (prawdopodobne)

Możliwość uniknięcia lub zmniejszenia skutków zdarzenia: **A = 1** (oczywiste)

Stąd prawdopodobieństwu **konsekwencji zdarzenia** przypisujemy wartość **10 (5 + 4 + 1)**.

Natomiast **klasę konsekwencji zdarzenia** możemy, zgodnie z powyższą, właściwą tabelką, określić jako C2 (konsekwencja zdarzenia wiąże się z krótką niezdolnością do pracy).

Następnie z tabelki wartościowania ryzyka odczytujemy jego wartość jako **4**, co oznacza, że mamy do czynienia z **ryzykiem akceptowalnym**.



OCENA RYZYKA W PIĘCIU KROKACH

- Ocenę ryzyka powinno się przeprowadzać w możliwie najprostszy sposób. W wielu małych przedsiębiorstwach nie występują liczne zagrożenia i przeważnie można je łatwo zidentyfikować. Wskazane jest, aby identyfikowanie zagrożeń i ocenianie związanych z nimi zagrożeń opierało się o zasady zdrowego rozsądku.
- W większości przypadków (szczególnie jeśli chodzi o małe przedsiębiorstwa) ocena ryzyka zawodowego może być prosta i można ją przeprowadzić zgodnie z zasadami niżej przedstawionej
- **"OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO W PIĘCIU KROKACH"**.

Zebranie informacji potrzebnych do przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego

1. Jakie są w przedsiębiorstwie stanowiska pracy?
2. Jakie osoby pracują na tych stanowiskach? (ze szczególnym uwzględnieniem takich pracowników jak młodociani, osoby niepełnosprawne, kobiety w ciąży, pracownicy niepełnoetatowi, podwykonawcy, pracownicy zatrudnieni poza siedzibą przedsiębiorstwa)
3. Jakie wykorzystuje się na stanowiskach pracy maszyny, narzędzia i materiały?
4. Na jakie zagrożenia wskazują instrukcje obsługi użytkowanych maszyn i urządzeń?
5. Jakie zadania (operacje technologiczne) wykonują pracownicy?
6. Jakie czynniki niebezpieczne, szkodliwe lub uciążliwe występują na stanowiskach pracy?
7. Jakie stosowane są na stanowiskach pracy środki ochrony zbiorowej i indywidualnej?
8. Jakie są wyniki pomiarów czynników szkodliwych (o ile były przeprowadzane) i co wynika z dotychczasowej dokumentacji dot. wypadków przy pracy (jeśli do takich doszło) i chorób zawodowych?
9. Jakie są już zidentyfikowane zagrożenia i możliwe skutki ich wystąpienia?
10. Jakie są przepisy prawne i normy dotyczące występujących w przedsiębiorstwie stanowisk pracy?
11. Warto również poznać opinie i uwagi pracowników dot. stanowisk pracy, na których pracują. Któż zna je lepiej? W działania związane z oceną ryzyka zawodowego pracownicy powinni być włączani w jak najszerszym zakresie.

2

Identyfikacja zagrożeń. Określenie dla każdego stanowiska pracy, jakie występują na nim zagrożenia

1. Czy na stanowiskach pracy mamy do czynienia z nierównymi lub śliskimi powierzchniami, ruchomymi częściami maszyn, ostrymi krawędziami, gorącymi lub zimnymi powierzchniami, pracą na wysokości, wysokimi ciśnieniami, prądem elektrycznym, substancjami chemicznymi, pyłem, hałasem, nieprawidłowym oświetleniem, drganiami, promieniowaniem elektromagnetycznym, ręcznym przenoszeniem ciężarów, pracą w niewygodnej pozycji, zagrożeniami biologicznymi, stresem i innymi.
2. Do określania zagrożeń bardzo pomocne okazują się coraz liczniej udostępniane, szczególnie w ramach europejskiej kampanii oceny ryzyka zawodowego, listy kontrolne.

3

Oszacowanie ryzyka

1. Można skorzystać z prostej metody oceny ryzyka wg Polskiej Normy PN-N-18002 ("Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego", PKN styczeń 2000).
 2. Wskazana jest refleksja czy dotychczas podejmowane działania eliminujące lub ograniczające ryzyko (działania zapobiegawcze) są wystarczające.
- *Istnieją też czynniki środowiska pracy i takie rodzaje prac, dla których opracowano szczegółowe wymagania dotyczące związanej z nimi oceny ryzyka i dla których wyżej wspomniana metoda "wg normy" nie zawsze da się zastosować. Chodzi o czynniki chemiczne, czynniki biologiczne, ręczne prace transportowe, hałas i drgania mechaniczne)*

Określenie działań eliminujących lub ograniczających ryzyko zawodowe

1. Należy zacząć od tych zagrożeń, których ryzyko wystąpienia jest największe i zgodnie z zasadą, aby możliwość całkowitego usunięcia zagrożenia miała priorytet, a zastosowanie środków ochrony indywidualnej było ostatecznością.
 2. W przypadku ryzyka niedopuszczalnego działania ograniczające muszą mieć charakter natychmiastowy.
- Dopuszczalne ryzyko średnie wymaga prowadzenia działań na rzecz jego dalszego zmniejszania, natomiast ryzyko małe działań zapewniających, że pozostanie ono na tym poziomie.

5


Dokumentowanie wyników oceny ryzyka zawodowego.

- Dokumentacja oceny ryzyka zawodowego powinna uwzględniać elementy określone w § 39 a ust. 3 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, tj. zawierać:
 1. opis ocenianego stanowiska pracy,
 2. wyniki przeprowadzonej oceny ryzyka zawodowego dla każdego z czynników środowiska pracy,
 3. niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko oraz
 4. datę oceny i osobę, która ją przeprowadziła.

Jak poważne mogą być następstwa (urazy, choroby) zagrożeń?

Możliwe skutki występujących zagrożeń są



<p>Prawdopodobieństwo wystąpienia wypadków (urazów) i chorób jako skutków zagrożeń na stanowisku pracy jest</p> 	<p>MAŁE</p> <p>gdy urazy i choroby nie powodują długotrwałych dolegliwości i absencji w pracy (np. bóle głowy, niewielkie stłuczenia i zranienia, podrażnienie oczu, niewielkie zatrucia itp.).</p>	<p>ŚREDNIE</p> <p>gdy urazy i choroby powodują niewielkie, ale trwające dłużej dolegliwości i absencję w pracy (np. zranienia, oparzenia II stopnia na małej powierzchni ciała, nieskomplikowane złamania, alergię skórne, zapalenia ściegien itp.).</p>	<p>DUŻE</p> <p>gdy urazy i choroby powodują ciężkie i stałe dolegliwości lub śmierć (np. oparzenia III stopnia i II na dużej powierzchni ciała, amputacje skomplikowane złamania, choroby nowotworowe, zespół wibracyjny, trwałe uszkodzenia ciała, słuchu, astma itp.).</p>
<p>MAŁE</p> <p>gdy wypadki (urazy) i choroby w ogóle nie powinny wystąpić w ciągu całego okresu aktywności zawodowej pracownika.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>MAŁE i DOPUSZCZALNE</p> <p>Staraj się nie dopuścić do wzrostu poziomu ryzyka.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>MAŁE i DOPUSZCZALNE</p> <p>Staraj się nie dopuścić do wzrostu poziomu ryzyka.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>ŚREDNIE ale DOPUSZCZALNE</p> <p>Dobry czas na działania zaradcze, Staraj się obniżyć ryzyko.</p>
<p>ŚREDNIE</p> <p>gdy wypadki (urazy) i choroby mogą wystąpić, ale nie częściej niż kilkakrotnie w ciągu okresu aktywności zawodowej pracownika.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>MAŁE i DOPUSZCZALNE</p> <p>Staraj się nie dopuścić do wzrostu poziomu ryzyka.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>ŚREDNIE ale DOPUSZCZALNE</p> <p>Dobry czas na działania zaradcze, Staraj się obniżyć ryzyko.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>DUŻE i NIEDOPUSZCZALNE</p> <p>Przerwać pracę! Bezwzględnie konieczne natychmiastowe działania zaradcze!</p>
<p>DUŻE</p> <p>gdy wypadki (urazy) i choroby mogą wystąpić wielokrotnie w ciągu okresu aktywności zawodowej pracownika.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>ŚREDNIE ale DOPUSZCZALNE</p> <p>Dobry czas na działania zaradcze, Staraj się obniżyć ryzyko.</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>DUŻE i NIEDOPUSZCZALNE</p> <p>Przerwać pracę! Bezwzględnie konieczne natychmiastowe działania zaradcze!</p>	<p>W takiej sytuacji ryzyko jest</p> <p>DUŻE i NIEDOPUSZCZALNE</p> <p>Przerwać pracę! Bezwzględnie konieczne natychmiastowe działania zaradcze!</p>