



Politechnika Łódzka  
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska  
*Zakład Bezpieczeństwa Procesowego i Ekologicznego*



# **OCENA RYZYKA W INSTALACJACH ZWIĘKSZONEGO i DUŻEGO RYZYKA**

**Adam S. Markowski**

*Konferencja KW PSP Łódź  
Bełchatów, 2009*

# Cel pracy

Przedstawienie zasad procesu zarządzania ryzykiem procesowym oraz zaprezentowanie metodyki analizy zagrożeń i oceny ryzyka zastosowanej do opracowania raportu o bezpieczeństwie w przypadku zakładu dużego ryzyka (**ZDR**).

Metoda ta wykorzystuje elementy ilościowej analizy ryzyka (**QRA**) oraz półilościową metodę szacowania ryzyka wystąpienia poważnej awarii, zwaną analizą warstw zabezpieczeń (**AWZ**)

# Poważna awaria

**Poważna awaria** - zdarzenie, w szczególności emisja, pożar lub eksplozja, powstałe w trakcie procesu przemysłowego, magazynowania lub transportu, w których występuje jedna lub więcej niebezpiecznych substancji, prowadzące do natychmiastowego powstania zagrożenia życia lub zdrowia ludzi lub środowiska lub powstania takiego zagrożenia z opóźnieniem.

**Poważna awaria przemysłowa** - poważna awaria w zakładzie.

Ustawa Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 r.  
(Tytuł I - Przepisy ogólne, Dział II - Definicje i zasady ogólne: Art. 3)

## Texas 2005



Pożar/wybuch w rafinerii  
15 ofiar, 20 mld\$

## Buncefield 2005



Największy pożar w Europie,  
40 rannych, poważne straty materialne



## Litwa 1989



„Boil-over” zbiornika  $\text{NH}_3$  ( $7\,000\text{ m}^3$ )  
Śmierć – 7 osób, rannych – 57 osób,  
ewakuacja w promieniu 35 km

## Gdańsk 2002



Pożar i wybuch zbiornika  
Benzyny ( $20\,000\text{ m}^3$ ),  
śmierć – 3 pracowników

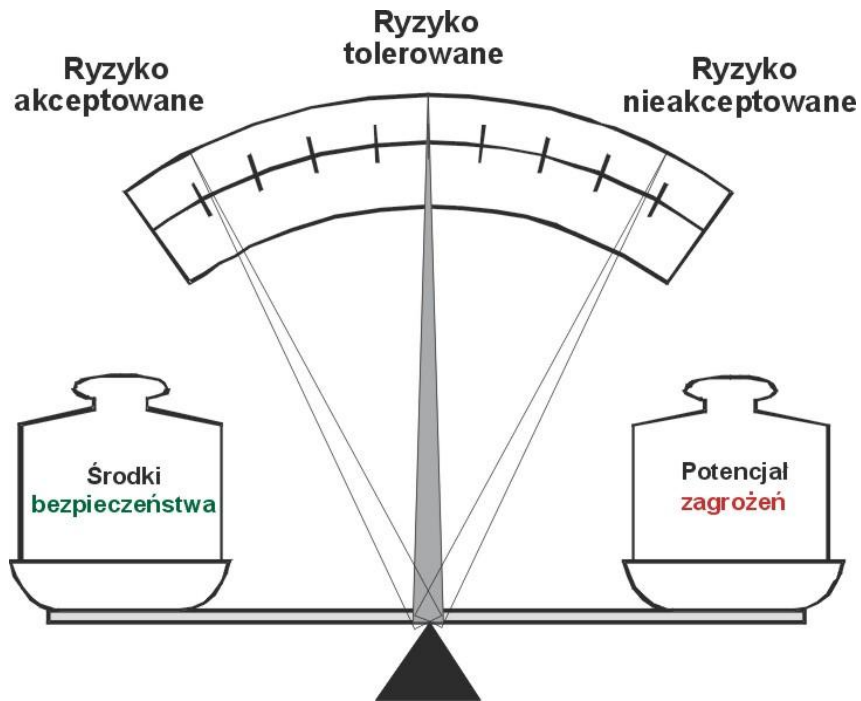


Imperial Sugar, USA, 2009  
Wybuch pyłowy, 14 ofiar



Puerto Rico, 2009  
Wybuch, pożar

# Główna przyczyna – brak równowagi (zagrożenia – zabezpieczenia)



# Podstawy oceny zapewnienia bezpieczeństwa

1. Zgodność z obowiązującymi standardami
  - organa kontrolne
2. Dostosowanie zabezpieczeń do występujących zagrożeń
  - inżynierowie
3. Określenie wskaźnika ryzyka
  - naukowcy



# Ocena zapewnienia bezpieczeństwa instalacji procesowych

Może być właściwie wykonana przy wykorzystaniu pojęć:  
**ryzyka, jego analizy, oceny i kontroli.**

Włączenie tych funkcji w cykl zarządzania określa się jako **system zarządzania ryzykiem** pozwalający na podejmowanie decyzji w ocenianym obszarze ryzyka.

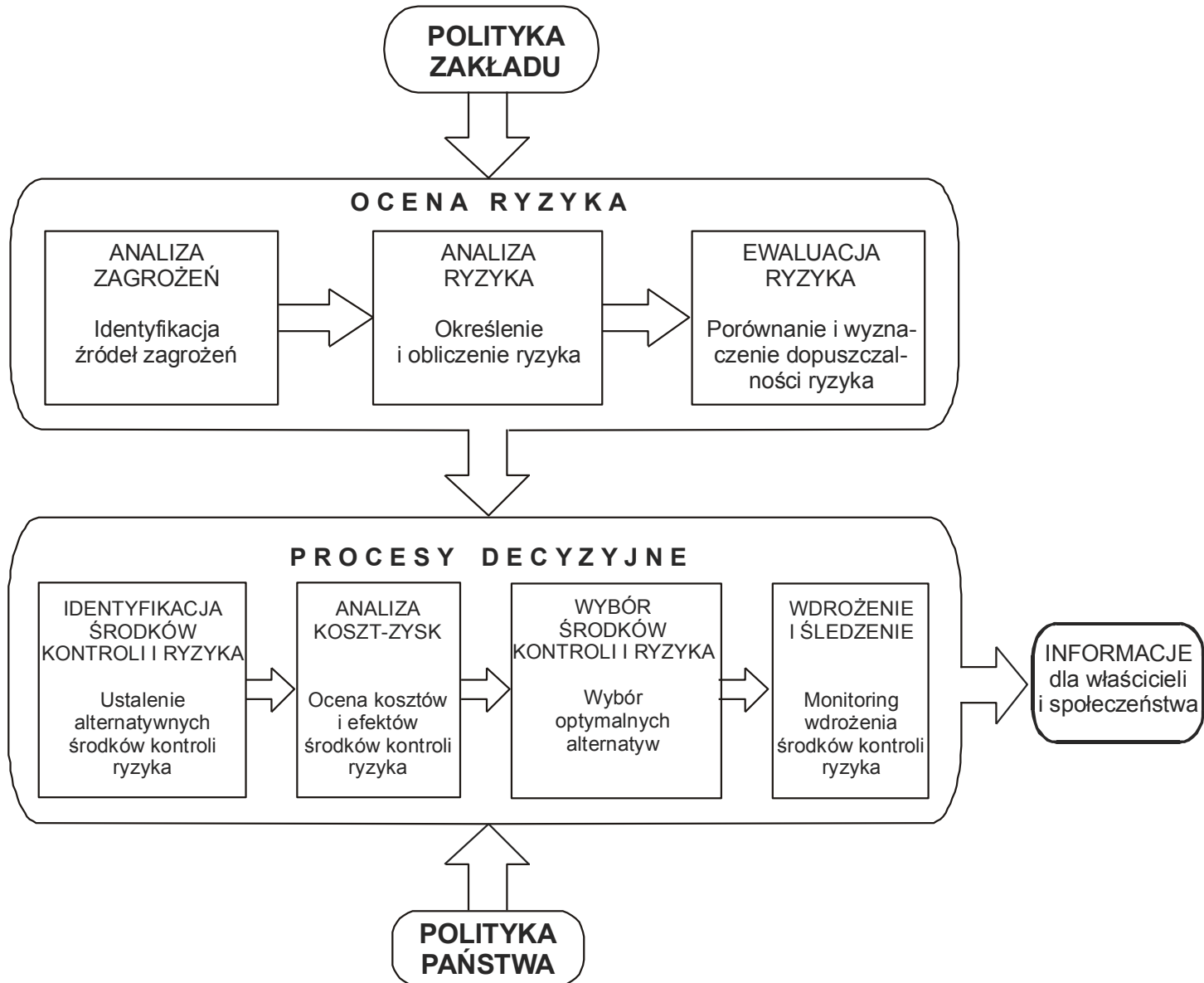
# Określenie i ocena poziomu ryzyka

1. Jakie występują zagrożenia i jakie jest potencjalne prawdopodobieństwo występowania skutków tych zagrożeń? – **analiza ryzyka**
2. Jaki poziom ryzyka może być dopuszczalny względem kryteriów akceptacji? - **ocena ryzyka**
3. W jaki sposób dopuszczalny poziom ryzyka może być osiągnięty? - **kontrola ryzyka**

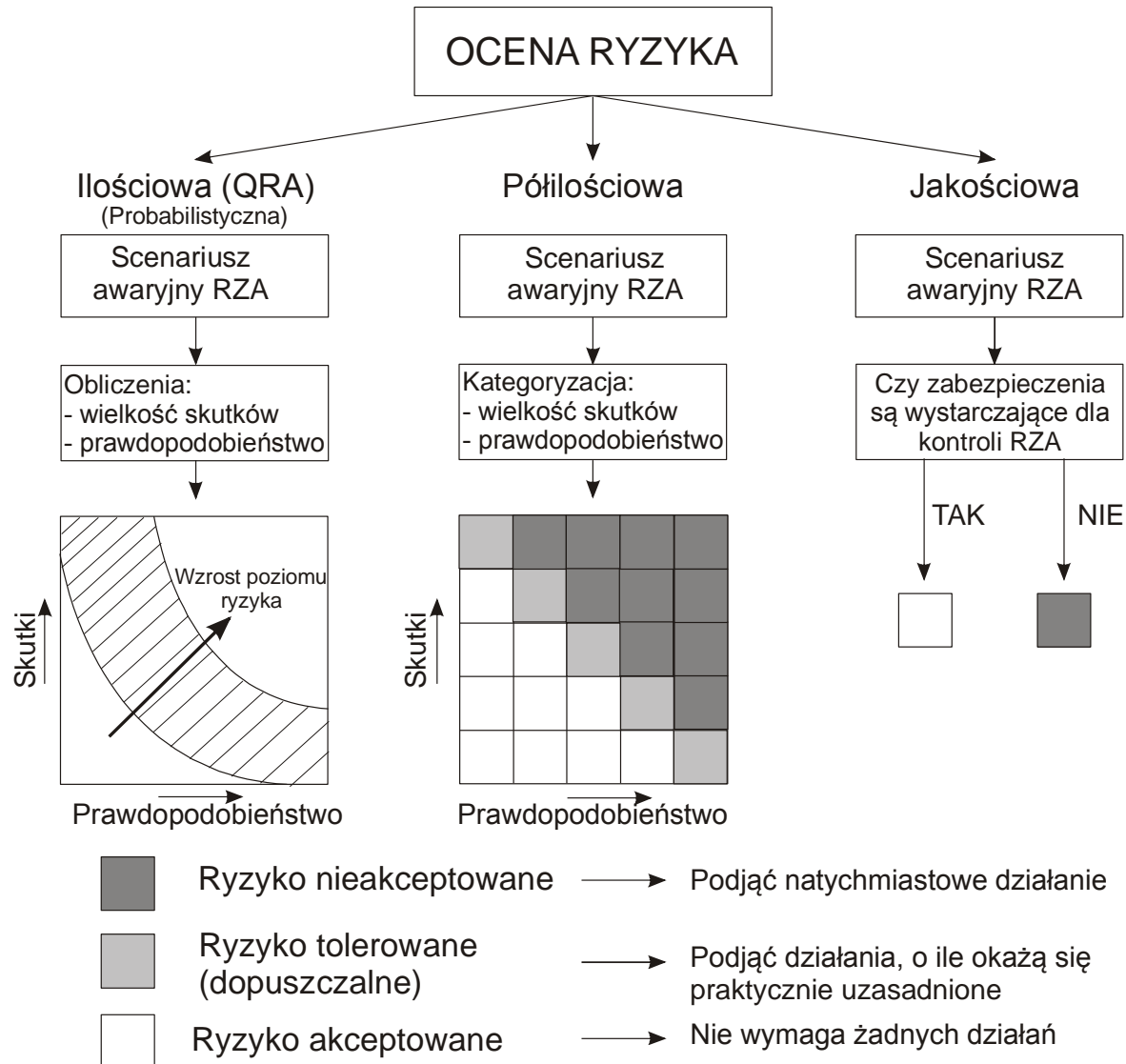


## Cykl zarządzania ryzykiem

# Podstawy zarządzania ryzykiem



# Metody oceny zapewnienia bezpieczeństwa





# Główne obszary zastosowań zarządzaniem ryzykiem

- Zakłady zaliczane do zakładów zwiększonego ryzyka (**ZZW**) lub do zakładów dużego ryzyka (**ZDR**)
- Zakłady, w których mogą występować atmosfery wybuchowe (**ATEX**)
- Zakłady produkcyjne nie należące do ZZW i ZDR (stosowane są wówczas standardowe przepisy bhp dotyczące oceny ryzyka zawodowego)

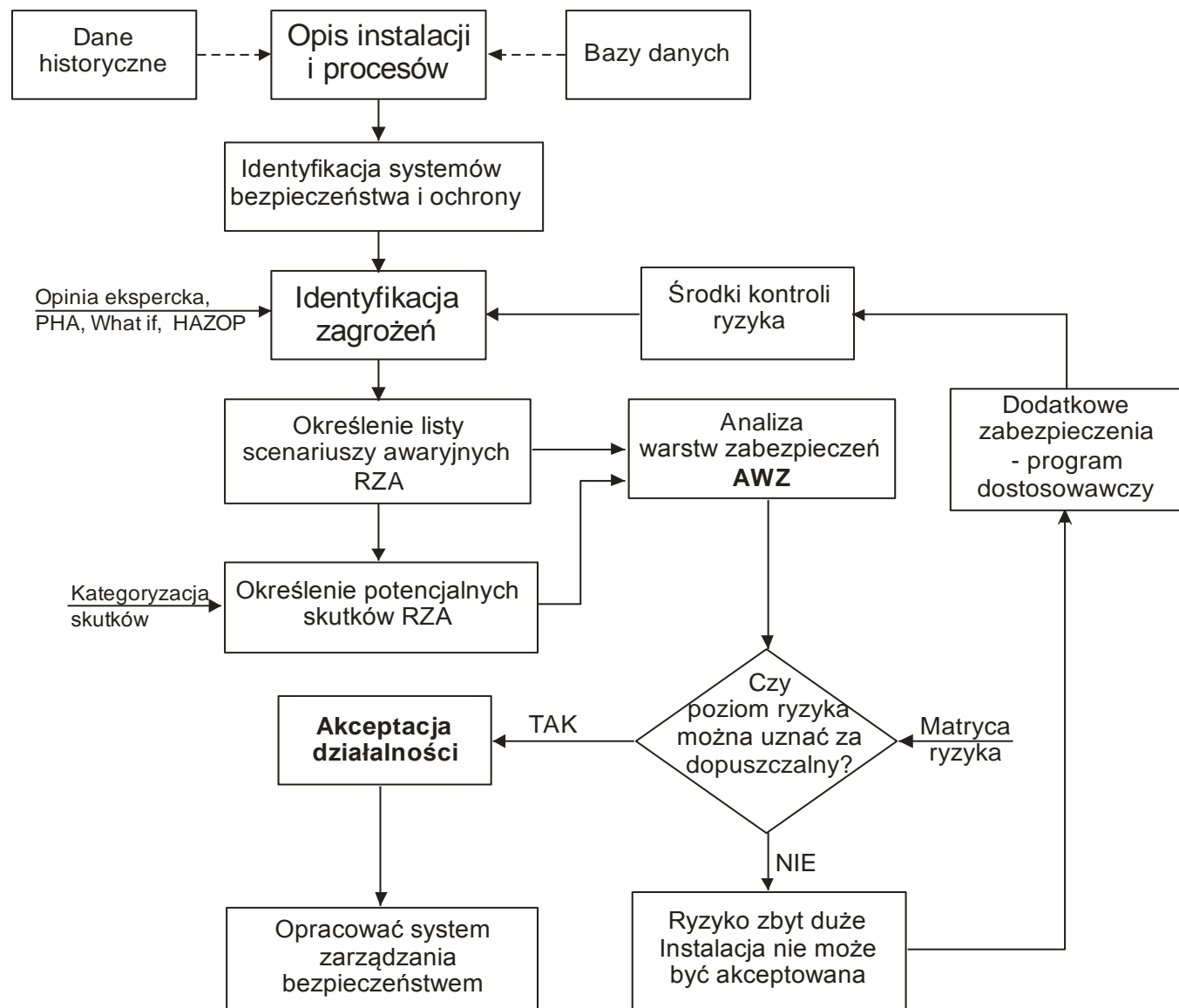
# Inne obszary zastosowań zarządzaniem ryzykiem

- obrót substancjami i preparatami chemicznymi
- klasyfikacja transportowa ADR i RID, transportu morskiego IMDG i powietrznego ICAO,
- gospodarka odpadami i planowanie inwestycji szkodliwych,
- ubezpieczenia.

# Założenia metodyki oceny ryzyka

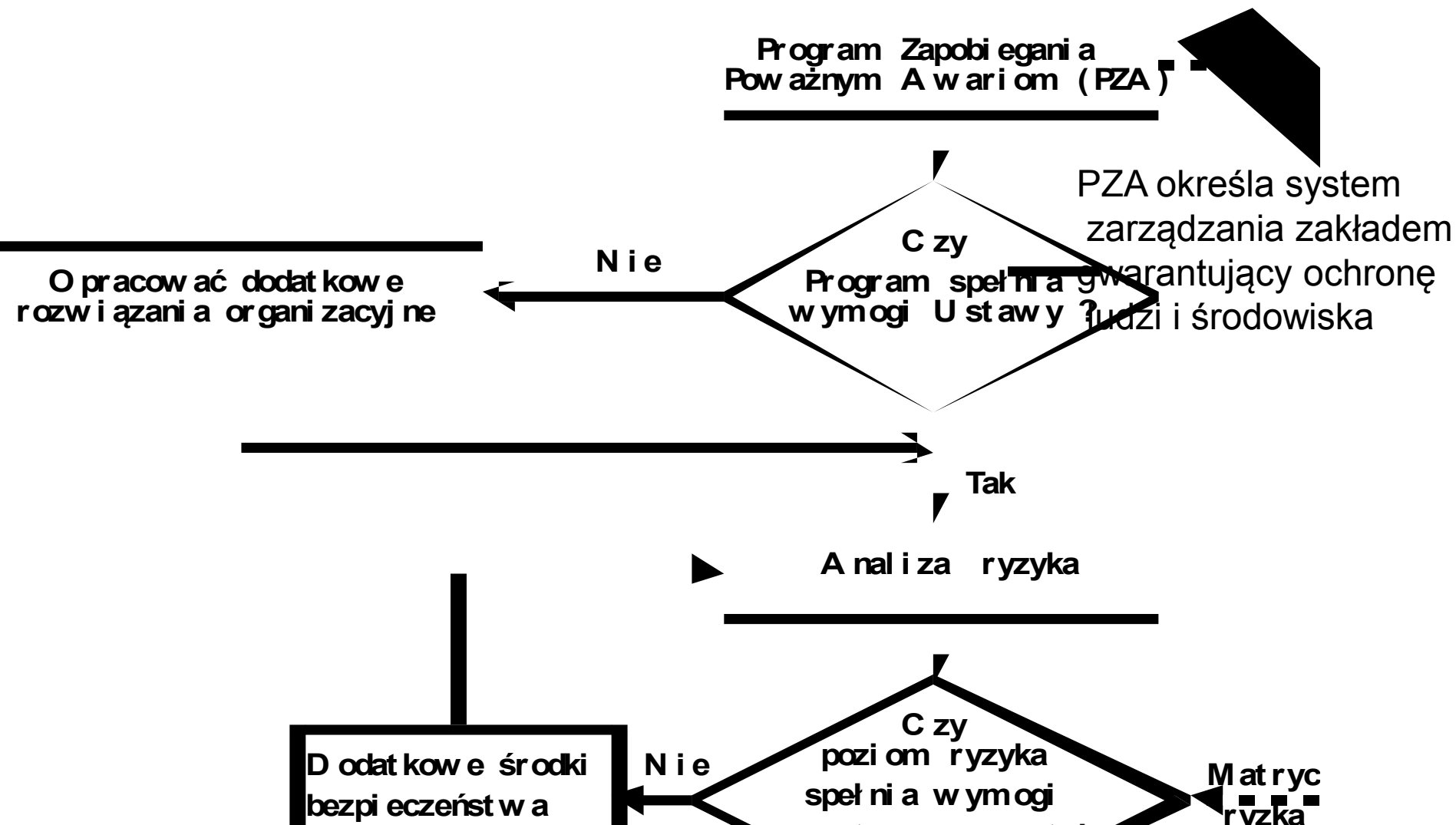
- ocena poziomu ryzyka musi być dokonana z uwzględnieniem występujących zagrożeń oraz wielowarstwowych systemów bezpieczeństwa i ochrony,
- wielowarstwowe środki bezpieczeństwa i ochrony (zabezpieczenia) działają sekwencyjnie, szeregowo i są niezależne względem siebie,
- poważna awaria następuje w przypadku uszkodzenia lub niezadziałania środków bezpieczeństwa i ochrony,
- podstawą oceny zapewnienia bezpieczeństwa jest uzyskanie dopuszczalnego poziomu ryzyka; brak takiego potwierdzenia wymaga zastosowania programu dostosowawczego
- ocena ryzyka dostarcza danych dotyczących wpływu środków bezpieczeństwa na poziom bezpieczeństwa.

# Analiza zagrożeń i ocena ryzyka w raportach bezpieczeństwa

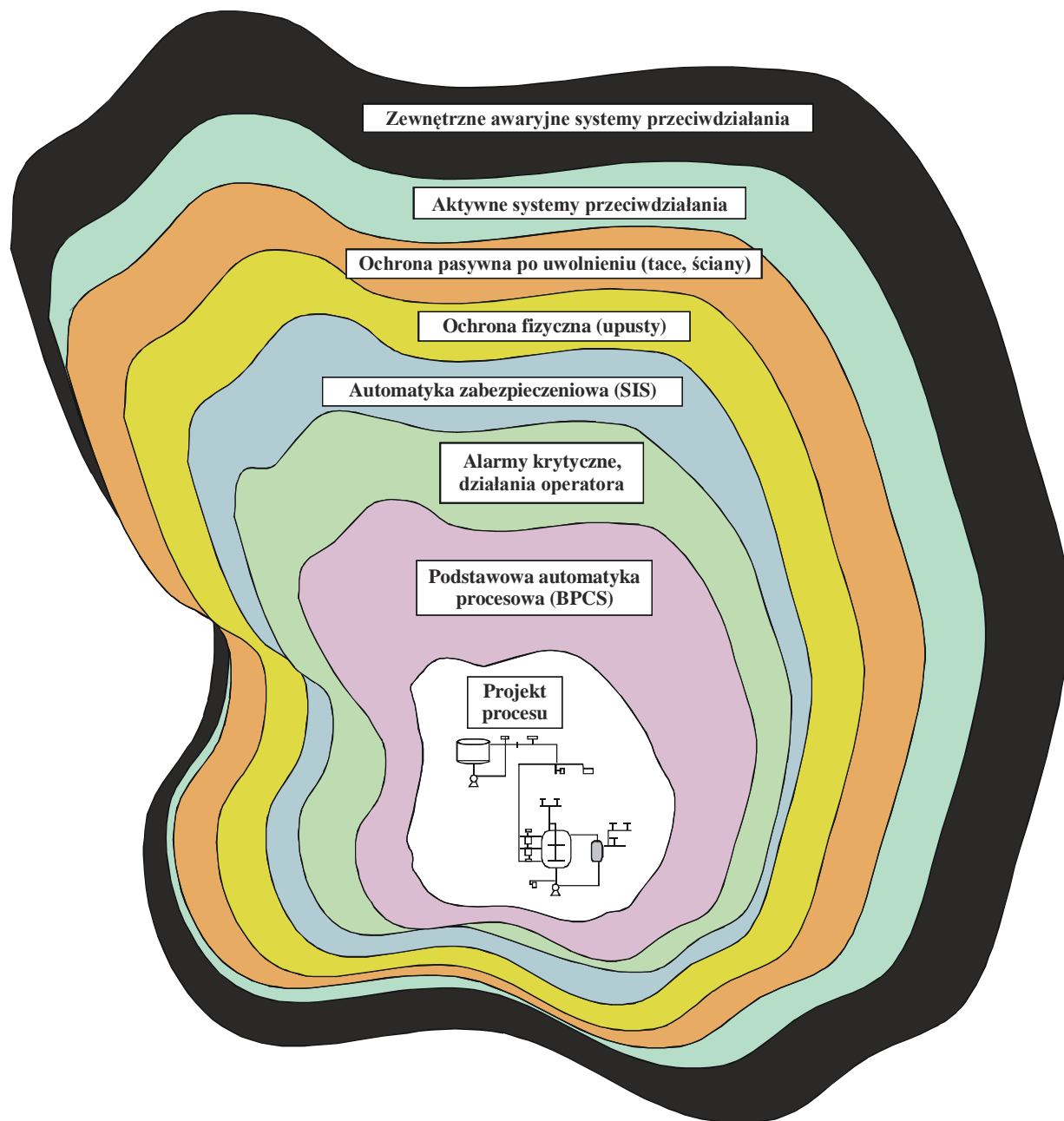




# Model realizacyjny wykonania dokumentów wymaganych przez Ustawę – Prawo Ochrony Środowiska

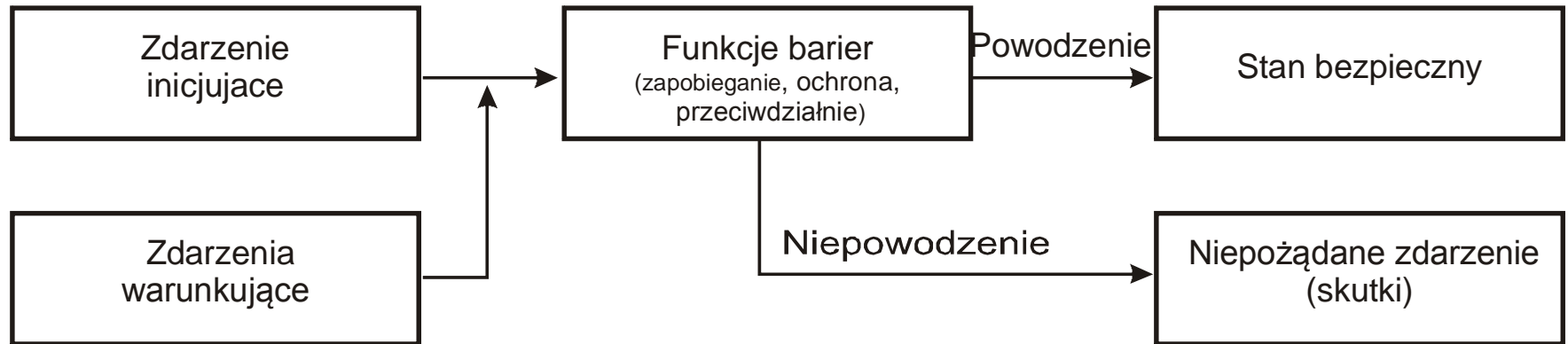


# Warstwy zabezpieczeń

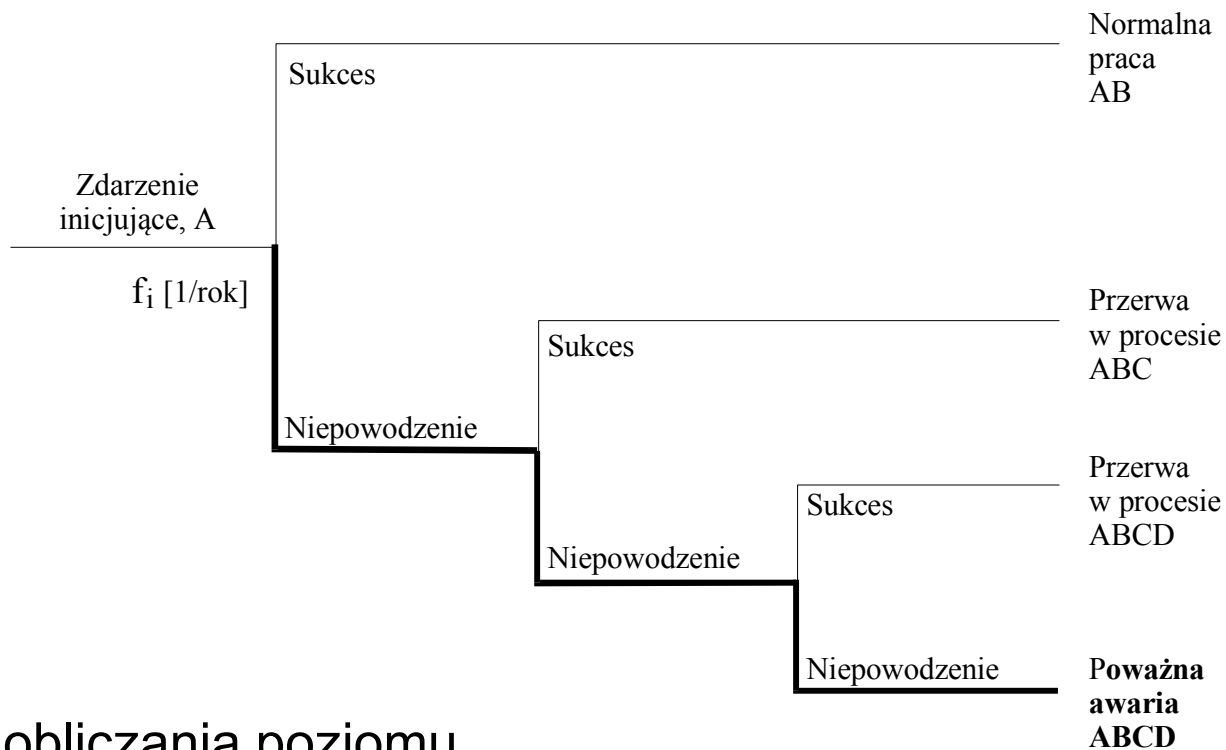


Warstwy pokazane  
w porządku ich  
aktywacji

# Analiza AWZ - Struktura RZA



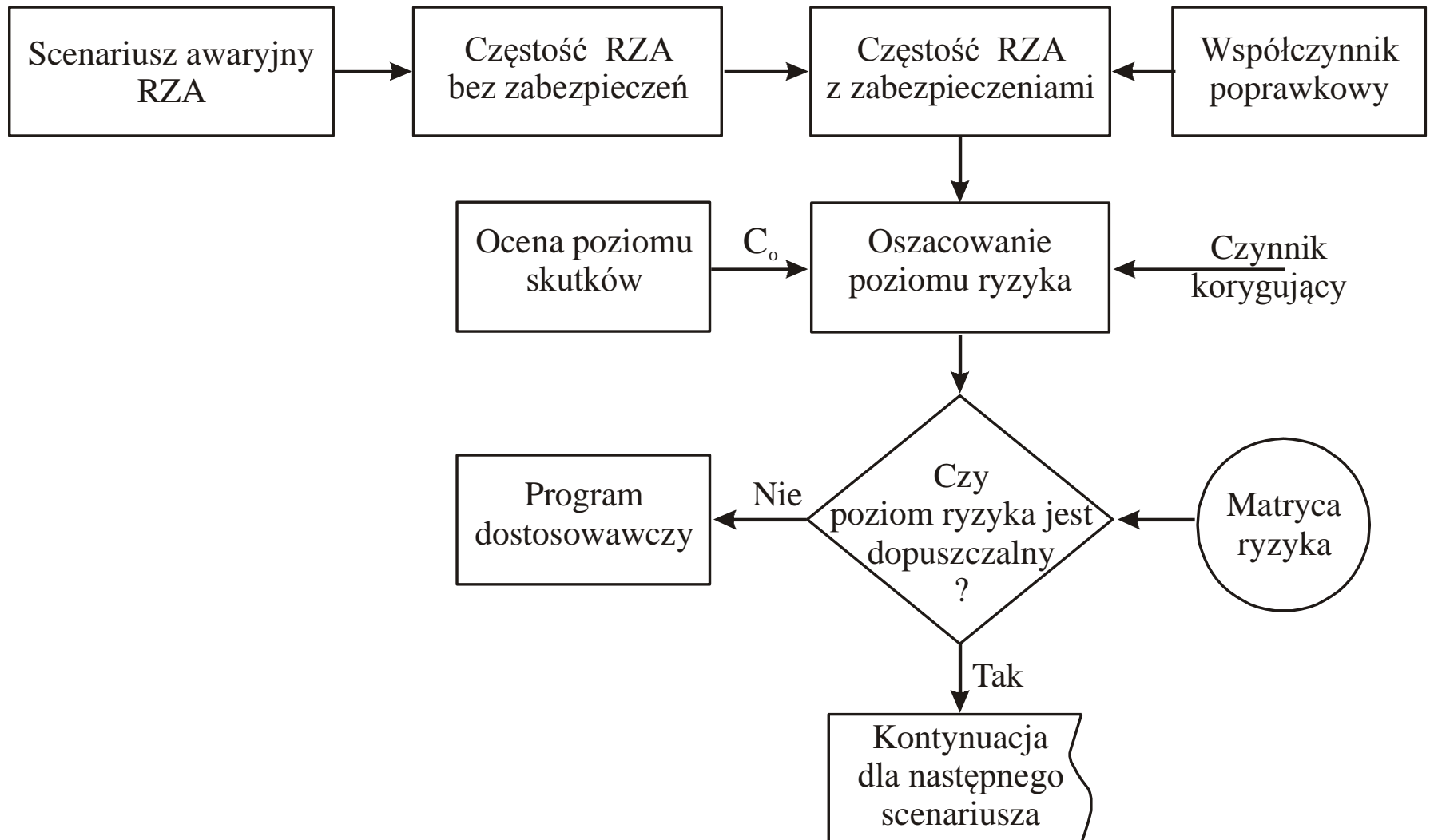
Funkcje systemów bezpieczeństwa i ochrony	Warstwa I Zapobieganie B	Warstwa II Ochrona C	Warstwa III Przeciwdziałanie C	Zdarzenia wyjściowe ZWY
Prawdopodobieństwo niepowodzenia	$PFD_I$	$PFD_{II}$	$PFD_{III}$	$F(RZA)$



Drzewo zdarzeń do obliczania poziomu ryzyka w wyniku zastosowania warstw bezpieczeństwa i ochrony



# Algorytm AWZ



# Zalety stosowania analizy warstw zabezpieczeń (AWZ)

- wypełnia cele stawiane w raportach bezpieczeństwa,
- istotnie wpływa na optymalizację kosztów inwestycyjnych wydatkowanych na środki bezpieczeństwa i ochrony,
- zmniejsza koszty wykonania analizy ryzyka,
- bardziej precyzyjnie identyfikuje szczególnie niebezpieczne operacje i praktyki.

# Program dostosowawczy

**Program dostosowawczy**, powinien być nieodłącznym elementem przedstawianym właściwym władzom razem z **raportem o bezpieczeństwie**.

Jego realizacja działa na rzecz ciągłej poprawy stanu bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie (tzw. ciągłe doskonalenie), optymalizuje i rozkłada na "raty" środki finansowe wydatkowane przez Zakłady na rzecz bezpieczeństwa oraz stwarza doskonałe warunki do kształtowania poziomu bezpieczeństwa i udziału w nim organów zatwierdzających (PIP, PSP).

# Wnioski

1. Analiza i ocena ryzyka jest podstawą zarządzania ryzykiem, a w szczególności do doboru odpowiednich zabezpieczeń do występujących zagrożeń. Wymaganego obecnie w licznych zastosowaniach wielu branż przemysłowych.
2. Analiza i ocena ryzyka procesowego jest podstawą wypełnienia zadań związanych z realizacją Ustawy - Prawo Ochrony Środowiska oraz pozwala na ocenę zapewnienia bezpieczeństwa pracownikom, ludności, środowisku, a także bezpieczeństwa prowadzonego biznesu.
3. Zaproponowano ogólny algorytm postępowania, dotyczących zarządzania ryzykiem zakładów dużego ryzyka (ZDR), oparty głównie na zastosowaniu analizy AWZ.
4. Niezbędnym elementem programu zarządzania ryzykiem winien być **program dostosowawczy**, który pozwala na systemowe, ciągłe doskonalenie zarządzaniem bezpieczeństwem, a tym samym na spełnienie wymogów Ustawy - Prawo Ochrony Środowiska w zakresie poważnych awarii.



# Studia Poddyplomowe

## Bezpieczeństwo Procesów Przemysłowych edycja 11, 2010/2011



<http://www.wipos.p.lodz.pl>