

**Gołębiewski Dariusz**

PZU SA, Warszawa, Polska

## **Risk assessment of industrial plants' operation for insurance purposes Ocena ryzyka eksploatacji obiektów przemysłowych dla celów ubezpieczeniowych**

### **Keywords / Słowa kluczowe**

risk analysis, insurance, technical objects, plants  
analiza ryzyka, ubezpieczenia, obiekt techniczne, instalacje

### **Abstract**

The process of comprehensive insurance of technical objects/plants requires a deep knowledge of the insurer as regards the hazards and risk factors. Therefore, any insurance company uses a methodology of risk assessment before undertaking the insuring decisions. The object/plant specific factors cause that each case should be analyzed and assessed individually and appropriate insurance conditions should be offered. The article presents some fundamental parts of the risk assessment methodology of objects/plants for insurance purposes.

### **1. Wprowadzenie**

W działalności przedsiębiorstwa występuje cały wachlarz zagrożeń, na które jest ono narażone i których realizacja niesie ze sobą konsekwencje finansowe, w tym konsekwencje związane z odpowiedzialnością cywilną.

Jednym z instrumentów finansowej kontroli ryzyka jest jego ubezpieczenie, które polega na transferze ryzyka na inny podmiot, np. firmę ubezpieczeniową. Wśród konsekwencji, które mogą wystąpić w wyniku realizacji zdarzeń losowych możemy wyróżnić m.in. konsekwencje związane z :

- utratą lub uszkodzeniem mienia, np. pożar, wybuch,
- zaborem, zniszczeniem lub uszkodzeniem mienia, np. kradzież, rabunek, wandalizm,
- odpowiedzialnością cywilną z tytułu prowadzonej działalności gospodarczej,
- odpowiedzialnością cywilną za wytworzony produkt,
- utratą zysku w wyniku przerwy w działalności.

Wysokość składki ubezpieczeniowej, szacowana jest na podstawie przeszłych obserwacji, na ogół dla całej homogenicznej kategorii ryzyk, które dotyczą np. zakładów produkcji nawozów, zakładów

generacji energii elektrycznej itd. Dana kategoria ryzyk może charakteryzować się znacznym zróżnicowaniem. Ma to szczególne znaczenie w przypadku ubezpieczania obiektów przemysłowych, charakteryzujących się występowaniem wielu złożonych podsystemów, modułów tworzących funkcjonalną całość, działających w określonych warunkach otoczenia. Ważna jest rola człowieka – operatora systemu, który podejmuje decyzje działając często pod presją czasu, lub przy braku dostatecznej informacji, co może być przyczyną błędu.

Czynniki mające wpływ na ryzyko powinny mieć przełożenie na wysokość składki ubezpieczeniowej. Jeżeli profil ryzyka ubezpieczanego przedsiębiorstwa, jest lepszy od przyjętego w procesie taryfikacji składki netto, wówczas ubezpieczający powinien oczekiwać redukcji składki. Oczywiście ta sama logika obowiązuje w przypadku taryfikacji gorszych ryzyk, gdzie składka ubezpieczeniowa powinna być zwiększona w stosunku do taryfowej składki przeciętnej.

Przyjęcie w procesie kalkulacji składki ubezpieczeniowej przeciętnej dla całej kategorii ryzyk, bez uwzględniania specyficznych czynników ryzyka, może w warunkach rynkowych prowadzić

do wyjścia z portfela ryzyk tzw. dobrych (o niskim prawdopodobieństwie i niewielkich konsekwencjach wystąpienia szkody).

Z drugiej strony składka nie może odnosić się do indywidualnie oszacowanego ryzyka, gdyż celem ubezpieczenia jest wyrównanie ryzyka w ramach portfela ryzyk czy jego jednorodnej części. Ubezpieczyciel powinien zatem, kalkulować składkę ubezpieczeniową, w oparciu o informację o ryzyku wynikającą z kolektywnego modelu ryzyka różnicując ją według wielkości danego ryzyka oraz innych cech szczególnych podmiotów – czynników ryzyka.

## 2. Metody modelowania ryzyka obiektów technicznych

Lata 80-te XX wieku, zaowocowały rozwojem technik modelowania ryzyka technicznego, które dedykowane są do analizy specyficznych systemów technicznych i różnią się między sobą przede wszystkim poziomem szczegółowości wymaganych danych wejściowych do analizy, czasem wymaganym na analizę oraz sposobem prezentacji wyników. Generalnie, w systematyce metod oceny ryzyka, można wyróżnić metody jakościowe oraz ilościowe.

Zarówno w metodach jakościowych jak i ilościowych ryzyko określane jest jako kombinacja niepożądanych skutków realizacji zdarzeń inicjujących oraz prawdopodobieństw, z jakim te skutki mogą wystąpić.

Metody jakościowe polegają na jakościowej, opisowej charakterystyce obu wymiarów ryzyka. Najczęściej wykorzystywane są skale liczbowe lub literowe (np. 1 do 3, lub a do g), którym przypisywane są odpowiednie wielkości charakteryzujące poziom ryzyka, wielkość skutków zdarzeń, oraz prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Przyjęte skale mogą być minimum dwustopniowe – stosowane w metodach najprostszych, maksymalnie stosuje się skale siedmiostopniowe. W metodach jakościowych, często wielkości ryzyka opisywane są w sposób lakoniczny, co może rodzić wątpliwości, co do przypisania szacowanym parametrom, odpowiednich wartości. Metody te wymagają oszacowań eksperckich, które często mają charakter subiektywny.

Metody ilościowe na czym polegają (miary finansowe i prawdopodobieństwo wyrażone ułankowo).

Metody te wymagają większego nakładu pracy analityka prowadzącego analizę oraz znacznej ilości danych statystycznych, w celu określenia modelu ryzyka. Metody te, generalnie są wykorzystywane

do analizy złożonych systemów technicznych, gdzie wymagana jest informacja ilościowa o ryzyku, w celu określenia np. kosztów związanych z redukcją ryzyka.

W metodach ilościowych, miarę ryzyka dla danego systemu technicznego wyznacza się zwykle na podstawie zbioru trójek zawierających: scenariusz zdarzenia awaryjnego, częstość lub prawdopodobieństwo tego zdarzenia oraz skutek po jego wystąpieniu, a mianowicie:

$$R = \{SZ_k, F_k, S_k\}, \quad (1)$$

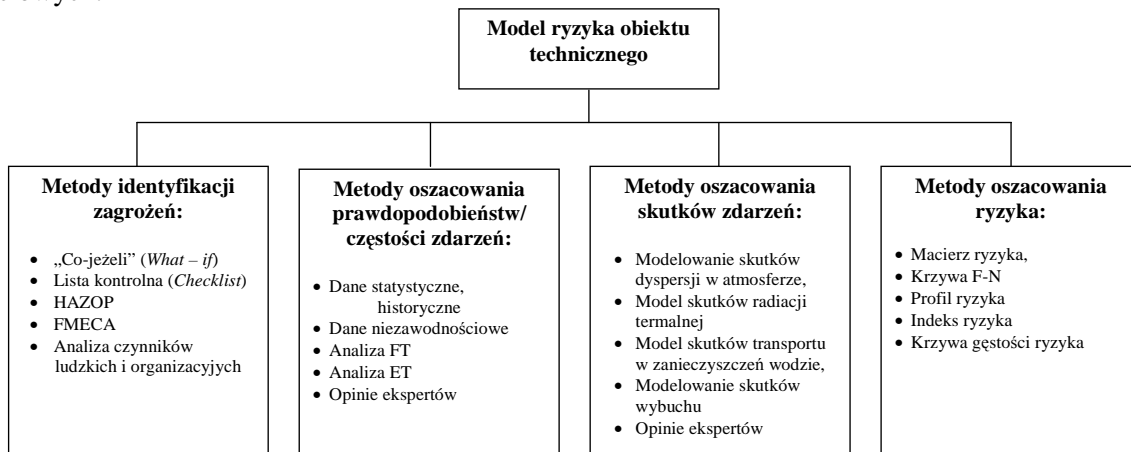
gdzie  $SZ_k$  jest  $k$ -tym scenariuszem awaryjnym,  $F_k$  oznacza częstość tego scenariusza (prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia awaryjnego na jednostkę czasu, np. rok), a  $S_k$  jest niekorzystnym skutkiem wystąpienia  $k$ -tego scenariusza – potencjalna szkoda, np. wystąpienie obrażeń, strat ludzkich lub strat majątkowych.

Oprócz wymienionych, dwóch rodzajów metod analizy ryzyka, spotyka się ich kombinacje, nazywane metodami jakościowo-ilościowymi lub półilościowymi metodami analizy ryzyka [5]. W metodach tych najczęściej, metody jakościowe wykorzystywane są we wstępnym etapie analizy np. w celu selekcji zagrożeń, które są istotne z punktu widzenia celów analizy. W dalszych etapach, wyselekcjonowane zagrożenia poddawane są analizie z wykorzystaniem metod ilościowej analizy ryzyka.

Na *Rysunku 1* zaprezentowano diagram przedstawiający podstawowe techniki modelowania ryzyka, wykorzystywane na poszczególnych etapach procesu analizy ryzyka. Ze względu na szeroki wachlarz występujących w praktyce, metod analizy ryzyka, w dalszej części rozdziału rozważania nad metodami wykorzystywanymi w procesie modelowania ryzyka obiektu technicznego zostaną ograniczone do przeglądu bardziej popularnych z nich.

*Metoda listy kontrolnej (checklist)* jest metodą jakościową analizy ryzyka. Zawiera szereg pytań, które służą analitykowi do identyfikacji zagrożeń, na które ekspozowany jest obiekt techniczny. Konstrukcją kwestionariuszy zajęły się niektóre towarzystwa ubezpieczeniowe i firmy doradztwa w zakresie zarządzania ryzykiem. Trzy najbardziej znane kwestionariusze dotyczące analizy ryzyka i zostały opublikowane przez *Amerykańskie Stowarzyszenie na rzecz Zarządzania (AMA)*, *Towarzystwo na rzecz Zarządzania Ryzykiem i Ubezpieczeniami (RIMS)* oraz *Międzynarodowy Instytut Zarządzania Ryzykiem (IRMI)*. Kilka innych

zostało dedykowanych dla konkretnych branż przemysłowych.



Rysunek 1. Przegląd technik modelowania ryzyka wykorzystywanych na poszczególnych etapach analizy ryzyka

Standardowe listy kontrolne stanowią dobry punkt wyjścia przy konstruowaniu pełnej analitycznej struktury, jednak z zastrzeżeniem, iż standardowe listy kontrolne nie są w stanie uwzględnić nietypowego zagrożenia lub takiego, które jest rzadko spotykane w danej organizacji np. zagrożenia związane z nowymi, prototypowymi technologiami.

*Metoda wstępnej analizy zagrożeń PHA (preliminary hazard analysis)* jest metodą jakościową, koncentrującą się na identyfikacji głównych zagrożeń, na które eksponowany jest obiekt techniczny. Jest stosowana najczęściej we wstępnej fazie opracowania specyfikacji lub projektu. Metoda polega na opracowaniu listy występujących zagrożeń adekwatnej do poziomu szczegółowości dostępnych informacji. Proces analizy zagrożeń jest przeprowadzany poprzez systematyczny przegląd dostępnej dokumentacji projektowej. Dla każdego elementu systemu oraz procesu technologicznego, ustala się listę potencjalnych zagrożeń. Dla każdego z nich określa się możliwe przyczyny ich wystąpienia oraz skutki.

*Metoda „Co-Jeżeli” (what-if)* jest metodą jakościową wykorzystywaną we wszystkich fazach funkcjonowania obiektu technicznego. Popularne jest wykorzystanie tej metody, do wstępnej identyfikacji zagrożeń, przy bardziej szczegółowych analizach ilościowych. Metoda opiera się na dyskusji zespołu ekspertów na temat możliwości wystąpienia niepożądanych zdarzeń. Podczas dyskusji stawiane są pytania dotyczące różnych obszarów funkcjonowania obiektu. Pytania formułowane są na podstawie doświadczeń, schematów technologicznych, rysunków, procedur, itp. Na bazie uzyskanych odpowiedzi, określa się możliwe sytuacje wystąpienia awarii i ich konsekwencje oraz możliwość zastosowania

środków prewencyjnych. Wynikiem przeprowadzonej analizy jest najczęściej lista zapytań, lista odpowiedzi, lista zidentyfikowanych zdarzeń awaryjnych lub scenariusze awaryjne oraz możliwe warianty działań zmierzających do redukcji ryzyka.

*Technika HAZOP (hazard and operability study)* jest metodą jakościową, polegającą na systematycznym przeglądzie założeń projektowych i procesu technologicznego pod kątem możliwych odchylenia od przyjętych, założonych parametrów. Metoda wykorzystywana jest głównie do określenia prawdopodobnych zdarzeń awaryjnych i identyfikacji możliwych problemów technologicznych. Studium HAZOP prowadzone jest w formie sesji z udziałem zespołu inżynierów, technologów, projektantów, specjalistów, itd. Za pomocą zestawów tzw. słów przewodnich tj. brak, wzrost, spadek, równie jak, częściowy, odwrotny, odmienny, zespół systematycznie analizuje poszczególne elementy obiektu technicznego. Dokonywane są oszacowania prawdopodobieństwa wystąpienia odchylenia i w przypadku znalezienia realnych przyczyn powstania szkody, określane są konsekwencje nimi spowodowane. Następnie ocenia się, czy zastosowane zabezpieczenia (sprzętowe, proceduralne) są wystarczające w stosunku do efektów wywołanych niepożądanymi zdarzeniami i w razie potrzeby wprowadza się własne zalecenia.

*Czynniki ludzkie* mają zasadniczy wpływ na pracę wszelkich systemów socjotechnicznych. Człowiek pełni w nich często rolę o znaczeniu nieadekwatnym do swoich zdolności. Chodzi tu głównie o niedostateczną wiedzę o procesie, braku zdolności szybkiego przetwarzania danych numerycznych, podatności na zmęczenie, wrażliwość na czynniki zewnętrzne, itp. Analiza niezawodności człowieka HRA (*human reliability analysis*) to systematyczna

ocena czynników wpływających na zachowanie się operatorów, personelu oraz innych osób związanych z systemem. W metodzie tej opisywana jest charakterystyka zadań pracownika łącznie z niezbędnym doświadczeniem, wiedzą, zdolnościami oraz środowiskiem pracy. HRA identyfikuje sytuacje prowadzące do błędów mogących być przyczyną szkód. Wynikiem analizy jest lista prawdopodobnych błędów, które mogą być popełnione przez człowieka w czasie normalnego lub awaryjnego działania, wykaz czynników powodujących błędy oraz zalecenia prowadzące do zmniejszenia prawdopodobieństwa popełnienia błędów [6]. Wyniki analizy są wykorzystywane przy wprowadzaniu zmian w projekcie, modyfikacji środków bezpieczeństwa, określenia rodzajów szkoleń personelu, itp. Stosowanie HRA wymaga informacji o funkcjach i zadaniach spełnianych przez człowieka w procesie, procedurach, elementach sterowniczych, systemach informacyjnych na stanowisku pracy. Osoby prowadzące analizę powinny znać techniki prowadzenia wywiadów z ludźmi, mieć dostęp do informacji, procedur, pomiarów, schematów i rysunków.

*Analiza drzewa uszkodzeń i błędów* nazywana również metodą drzewa niezdatności FT (*Fault Tree*), jest jedną z częściej stosowanych, ilościowych metod analiz niezawodności obiektów technicznych. Może być wykorzystana również do identyfikacji i oszacowania prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń. FT polega na określeniu powiązań logicznych pomiędzy przyczynami, tzw. zdarzeniami elementarnymi np. awaria transformatora, wadliwe zadziałanie przekaźnika, nieprawidłowe działanie operatora a ich skutkami zdefiniowanymi przez analityka, stanami odbiegającymi od przyjętej normy. FT wykorzystuje dane niezawodnościowe dotyczące urządzeń mechanicznych, elektrycznych, aparatury kontrolno-pomiarowej, danych o wytrzymałości mechanicznej elementów, reaktorów, itp.

*Metoda drzewa zdarzeń ET (Event Tree)* jest metodą ilościową, która rozpatruje drogę od zdarzenia początkowego do końcowego, ze szczególnym uwzględnieniem momentów, mających decydujące znaczenie na stan obiektu technicznego. W odróżnieniu od analiz FT, które mają naturę dedukcyjną, analiza ma charakter indukcyjny. W wielu sytuacjach, pojedyncze zdarzenie, może prowadzić do wielu różnorodnych następstw, w zależności od sprawności systemów zabezpieczeń, działań operatora, itp. Kombinacja zdarzenia początkującego i tych sprawności/niesprawności definiuje poszczególne ciągi zdarzeń awaryjnych.

ET jest podstawową metodą tworzenia probabilistycznego modelu obiektu do analiz zagrożenia. Wyróżnia się dwie formy ET: przedwypadkowa i powypadkowa. Przedwypadkowa może służyć do ustalenia zbiorów zdarzeń początkujących i oceny prawdopodobieństwa ich zajścia. Powypadkowa służy do analizy zaistniałej awarii i identyfikacji niedoskonałości funkcjonalnej systemów bezpieczeństwa. Wybór odpowiedniej metody analizy ryzyka uzależniony jest od szeregu czynników. Jednym z nich jest faza w cyklu życia rozważanego obiektu technicznego. Kolejnym istotnym czynnikiem wyboru metody jest czas jaki analityk powinien poświęcić na przygotowanie analizy, budowę modeli (w przypadku metod ilościowych) i ocenianie oraz przygotowanie dokumentacji.

### 3. Identyfikacja i ocena czynników ryzyka

Ubezpieczenie obiektów technicznych jest procesem podejmowania decyzji odnośnie akceptacji/odrzućcia ryzyka, udziałów własnych, *franszyzy* oraz pozostałych warunków ubezpieczenia.

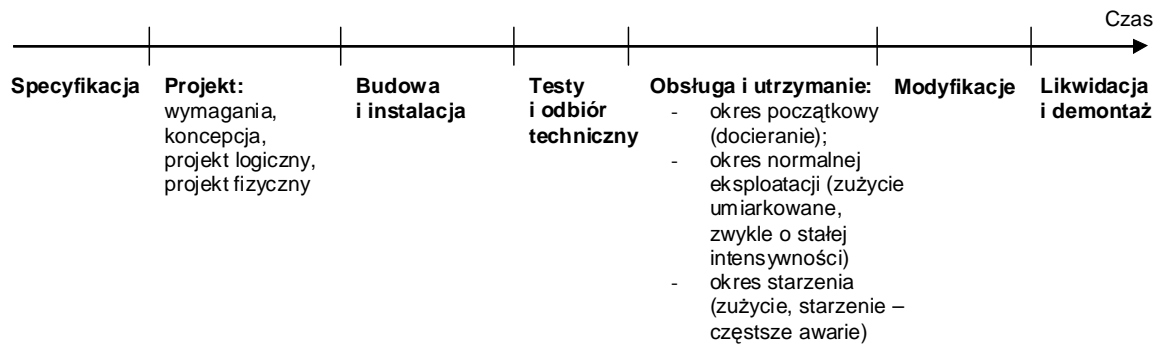
Decyzje podejmowane przez *underwriterów*, mogą mieć wpływ na zrównoważenie portfela ubezpieczeniowego, na kondycję finansową firmy ubezpieczeniowej oraz na realność ubezpieczenia. W procesie decyzyjnym należy zatem uwzględnić szereg czynników mających wpływ na ryzyko czyli na prawdopodobieństwo zajścia zdarzeń szkodowych i konsekwencje związane z ich wystąpieniem.

W praktyce ubezpieczeniowej czynniki ryzyka mające wpływ na prawidłowe określenie wysokości składki oraz warunków ubezpieczenia często nie są znane *underwriterowi* w momencie podejmowania decyzji ubezpieczeniowej. *Underwriterzy* oraz pośrednicy ubezpieczeniowi, często oferując zakres pokrycia ubezpieczeniowego, bazują na wiedzy o zdarzeniach szkodowych, które miały miejsce w przeszłości w podmiotach o podobnym profilu działalności. Jednak nie jest możliwe zidentyfikowanie wszystkich czynników mających wpływ na ryzyko oraz określenie ich ekspozycji w ubezpieczanej lokalizacji na takiej podstawie, a tym samym nie jest możliwa właściwa *kwotacja* składki ubezpieczeniowej dla danego ryzyka.

W procesie ubezpieczania obiektów technicznych powinny zostać uwzględnione specyficzne zagrożenia występujące na poszczególnych etapach cyklu życia obiektu technicznego oraz do każdego z nich powinien zostać dostosowany zakres ochrony ubezpieczeniowej.

Charakterystyczne etapy cyklu życia obiektu technicznego, zaprezentowano na *Rysunku 2*. Firmy ubezpieczeniowe, wychodząc naprzeciw wymaganiom rynku, wprowadzają wiele produktów

ubezpieczeniowych, które zakresem ochrony obejmują większość z zagrożeń, na które narażone są obiekty techniczne.

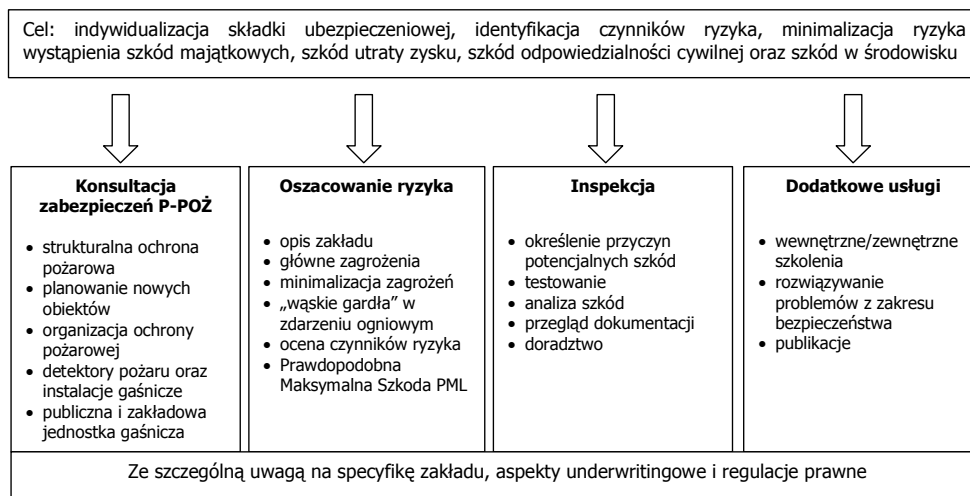


Rysunek 2. Fazy cyklu życia obiektu technicznego

#### 4. Audyt ubezpieczeniowy

Narzędziem często wykorzystywanym przez firmy ubezpieczeniowe oraz przez pośredników ubezpieczeniowych jest audyt ubezpieczeniowy. Przed audytem, wykonywanym dla celów ubezpieczeniowych, stawianych jest szereg celów, wśród których należy podkreślić cele nadrzędne,

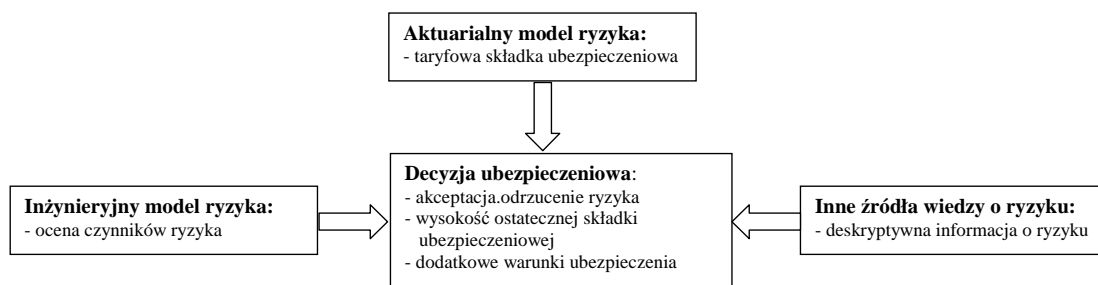
jakimi są: indywidualizacja wysokości składki ubezpieczeniowej poprzez identyfikację i ocenę czynników ryzyka, propozycja działań zmierzających do minimalizacji ryzyka wystąpienia szkód majątkowych, szkód utraty zysku, szkód odpowiedzialności cywilnej oraz szkód w środowisku [1].



Rysunek 3. Cel i zakres audytu ubezpieczeniowego

Firmy ubezpieczeniowe opracowując metodyki prowadzenia audytów często wykorzystują metodyki audytowania znane z przemysłu, dostosowując je do potrzeb ubezpieczeń

odpowiednio do rodzaju i zakresu oferowanej ochrony. Informacje z audytu ubezpieczeniowego mają charakter jakościowy [4].



Rysunek 4. Proces podejmowania decyzji ubezpieczeniowych na podstawie dostępnych źródeł informacji o ryzyku

Zakres audytu może obejmować zagrożenia z grupy szkód w majątku (*property damage*), szkód maszynowych (*machinery breakdown*), szkód spowodowanych przerwą lub zakłóceniem w ruchu (działalności) przedsiębiorstwa (*business interruption*) oraz szkód w majątku osób trzecich (*third part of liability*). Audyt wymaga zebrania i analizowania uzyskiwanych informacji.

Firmy ubezpieczeniowe, świadomie zarządzające ryzykiem, zdają sobie sprawę, iż audyty powinny być wykonywane w tylu przypadkach w ilu jest to uzasadnione ekonomicznie. Ubezpieczyciele podejmując decyzję związane z przeprowadzeniem audytu, kierują się takimi czynnikami jak: suma ubezpieczenia, kategoria ryzyka lub specyficzna ekspozycja na wystąpienie szkody. Indywidualne wymagania odnośnie wykonania audytu ubezpieczeniowego, zależą od wielkości i jakości posiadanego portfela ryzyk.

Proces audytowania typowo rozpoczyna się szeregiem działań poprzedzających właściwy audyt na miejscu ubezpieczenia. Działania przedaudytowe polegają na ustaleniu jakich obiektów, instalacji, systemów będzie dotyczył audyt, doborze zespołu audytującego oraz stworzeniu planu audytu zawierającego zdefiniowanie celu, zakresu oraz ustaleniu przedstawicieli przedsiębiorstwa, udzielających informacji podczas audytu. Podczas audytu następuje przegląd i oszacowanie standardów w wielu aspektach działalności przedsiębiorstwa. Audyt może pokrywać takie zagadnienia jak: całość operacji produkcyjnych, procedury na wypadek realizacji zagrożenia, specyfikę pracy, poziom utrzymania zakładu, otoczenie przedsiębiorstwa, ekspozycja na zagrożenia naturalne itp.

Podczas audytu wymagana jest współpraca z personelem, który odpowiada na zadane pytania odnośnie szkoleń, ich doświadczenia, znajomości procedur itp. Audyt może obejmować szeroki zakres problematyki związanej z działalnością zakładu lub skupić się na pojedynczym zagadnieniu np. jednej

linii produkcyjnej w zależności od celu jaki został przed nim postawiony.

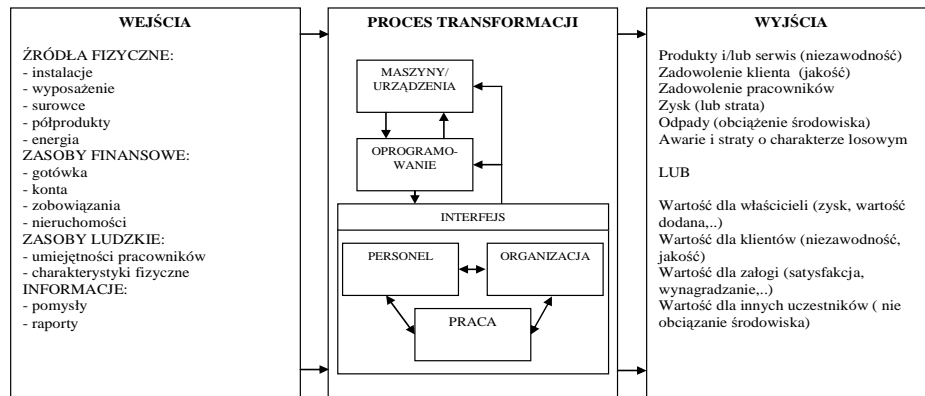
Audyt dla celów ubezpieczeniowych składa się z czterech podstawowych elementów:

- identyfikacja możliwych zagrożeń,
- oszacowanie skutków i realizacji potencjalnych zagrożeń,
- zalecenia działań w celu minimalizacji częstości i konsekwencji realizacji zagrożeń,
- monitorowanie wprowadzania zmian.

Audyt powinien być prowadzony w formalny, przejrzysty sposób z wykorzystaniem co najmniej jednej z metod analiz ryzyka. Towarzystwa ubezpieczeniowe z reguły, nie schodzą na niski, szczegółowy poziom funkcjonowania analizowanego systemu, skupiając się przede wszystkim na analizie scenariuszy zdarzeń, mogących prowadzić do powstania znacznej szkody, najczęściej związanej z realizacją zdarzeń pożarowych i wybuchowych. Audyt ubezpieczeniowy może odgrywać ważną rolę w kreowaniu polityki bezpieczeństwa zakładu przemysłowego, gdyż prezentuje niezależne, eksperckie oszacowanie. Oprócz identyfikowania i korygowania zagrożeń odgrywa główną rolę w edukacji personelu na wszystkich poziomach organizacyjnych.

## 5. Systemowe podejście w procesie identyfikacji zagrożeń i czynników ryzyka

W procesie identyfikacji i oceny czynników ryzyka wymagane jest spojrzenie systemowe na analizowany przedmiot ubezpieczenia [3]. Powinno ono dotyczyć całej organizacji, biorąc pod uwagę czynniki: socjalne, techniczne, ekonomiczne, środowiskowe oraz otoczenie w jakim ubezpieczany obiekt techniczny realizuje swoje funkcje. Na Rysunku 5 zaprezentowana została propozycja systemowego ujęcia przedmiotu ubezpieczenia w procesie identyfikacji zagrożeń oraz czynników mających wpływ na ryzyko.



Rysunek 5. Przedmiot ubezpieczenia w ujęciu systemowym

W ogólnym podejściu do problematyki identyfikacji zagrożeń obiektu technicznego, proponuje się przyjęcie założenia, iż żadne uszkodzenie nie może wydarzyć się bez udziału jednej z wymienionych form energii [2]:

- energii mechanicznej (zagrożenia występujące w urządzeniach wykonujących ruch np.: tnących, kruszących, gnących);
- energii elektrycznej (zagrożenia związane z zasilaniem w energię elektryczną AC/DC);
- energii chemicznej (zagrożenia związane z substancjami: toksycznymi, łatwopalnymi, wybuchowymi, reagującymi);
- energii kinetycznej (zagrożenia związane z elementami w ruchu, np. z upadkiem obiektów);
- energii potencjalnej (zagrożenia związane z magazynowaniem energii: elementy pod ciśnieniem, elementy które są narażone na gwałtowne nieoczekiwane przemieszczenia);
- energii termicznej (zagrożenia związane z narażeniem na ekstremalnie wysokie lub niskie temperatury);
- energii akustycznej (zagrożenia związane z występowaniem wibracji, hałasu, itp.);
- energii radiacyjnej (zagrożenia związane z krótkimi falami energii, mikrofalami, itp.);
- energii atmosferycznej (zagrożenia związane z warunkami pogodowymi: wiatr, powódź, sztorm, trzęsienie ziemi).

## 6. Oszacowanie częstości realizacji zagrożeń

Na częstość występowania zagrożeń ma wpływ wiele czynników, które powodują, iż uzyskane dane statystyczne mogą być nie odpowiednie dla analizowanego przypadku. Projekt, środowisko pracy oraz sposób konserwacji, mają zasadniczy wpływ na częstość występowania pewnych zdarzeń np. uszkodzeń danego pojedynczego elementu systemu.

Obecność systemów bezpieczeństwa daje również efekt mniejszej lub większej unikalności każdego systemu oraz wpływa na redukcję częstości zdarzeń awaryjnych. Stąd kluczowym zagadnieniem podczas identyfikacji czynników ryzyka jest pozyskanie wiedzy przez eksperta dokonującego analizy odnośnie aktywności operacyjnej personelu, przegląd funkcjonujących procedur, specyfiki obiektu, instalacji, środowiska (otoczenia).

Dane statystyczne odnośnie do występowania zdarzeń szkodowych, w większości przypadków nie uwzględniają specyficznych czynników związanych z funkcjonowaniem rozważanego systemu np.: warunków atmosferycznych, warunków pracy, czynników ludzkich, itd. Wówczas opinie eksperta mogą odgrywać główną rolę w oszacowaniu parametrów, zmiennych.

## 7. Podsumowanie

Firmy ubezpieczeniowe oferując ochronę ubezpieczeniową stają się potencjalnym „właścicielem” ryzyka lub jego część, występującego w ubezpieczonym obiekcie przemysłowym. Ryzyko funkcjonowania firm ubezpieczeniowych jest związane ze zbiorem ryzyk ubezpieczanych klientów i powinno podlegać procesowi zarządzania.

Nowe technologie produkcyjne wdrażane w zakładach przemysłowych, nowe inwestycje i realizowane przedsięwzięcia związane z rozwojem techniki, są wyzwaniem również dla firm ubezpieczeniowych, w celu ich prawidłowej obsługi oraz dostosowania oferowanej ochrony ubezpieczeniowej do występujących zagrożeń, często trudnych do zidentyfikowania.

Wysokość składki ubezpieczeniowej, szacowana jest na podstawie przeszłych obserwacji, na ogół dla całej homogenicznej kategorii ryzyk np. zakładów produkcji tworzyw sztucznych, zakładów produkcji farb i lakierów itd.. Należy jednak zauważyć, że

dana kategoria ryzyk może mieć cechy heterogeniczne, czyli charakteryzować się większym zróżnicowaniem.

Czynniki mające wpływ na ryzyko powinny mieć również przełożenie na wysokość składki ubezpieczeniowej. Jeżeli profil ryzyka ubezpieczanego przedsiębiorstwa, jest lepszy od przyjętego w procesie taryfikacji składki netto, wówczas ubezpieczający może oczekiwać redukcji składki i odwrotnie.

## **Literatura**

- [1] Allianz (1987). Allianz Handbook of Loss Prevention. Allianz Versicherungs AG, Munich.
- [2] Gołębiewski, D. (2004). Ocena ryzyka systemów technicznych dla celów ubezpieczeniowych z uwzględnieniem analizy bezpieczeństwa funkcjonalnego. *Materiały konferencji naukowo-technicznej. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego*, Gdańsk.
- [3] Gołębiewski, D. (2007). *Risk assessment for insurance purposes of high risk plants*. Rozdział w monografii: Functional safety of critical systems, Kosmowski, K.T. (ed.). Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- [4] Gołębiewski, D. (2010). *Audyt ubezpieczeniowy. Praktyczne metody analizy ryzyka*. Poltext, Warszawa.
- [5] Lees, F. P. (1996): *Loss Prevention in the process industries*. Butterworth, London.
- [6] Poucet, A. (1988). Survey of methods used to assess human reliability In human factors reliability benchmark exercise. *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 22.