

OCENA RYZYKA USZKODZEŃ SPRZĘTU ELEKTRONICZNEGO Z PUNKTU WIDZENIA FIRM UBEZPIECZENIOWYCH

Emilian PIESIK¹, Robert PIOTROWSKI²

1. Politechnika Gdańska
tel: 58 347 14 35 e-mail: emilian.piesik@pg.gda.pl
2. Zespół Szkół Mechanicznych w Elblągu
tel: 604 90 27 90 e-mail: r.piotrowski@techserwis.net

Streszczenie: Problem oceny usterek sprzętu elektronicznego z uwzględnieniem aspektów ubezpieczeniowych jest ciągle aktualny, mimo nowych metod oceny ryzyka awarii. W niniejszym artykule porusza się aspekt finansowy po wystąpieniu awarii urządzeń z punktu widzenia analizy eksperckiej dla firmy ubezpieczeniowej. Postawione tezy zostały poparte przykładem analizy przyczynowo skutkowej wraz z analizą uszkodzeń i błędów w przykładowej instalacji. Zaproponowany został również sposób oceny ryzyka wystąpienia awarii o tych samych przyczynach. W dalszej części artykułu przedstawiona została analiza strat materialnych na skutek wystąpienia awarii oraz analiza kosztów zredukowanych w wyniku przeprowadzonych analiz eksperckich.

Słowa kluczowe: ocena usterek, ocena ryzyka, analiza strat materialnych.

1. WPROWADZENIE

1.1. Wstęp

Rozwój technologii sprawia, że w sektorze przemysłu procesowego pojawia się coraz więcej rozwiązań bezpieczeństwa. Niesie to wyzwania związane z oceną występujących awarii oraz ich konsekwencji. Istotną rolę przy ocenie odgrywają warstwy zabezpieczeniowo-ochronne, co wiąże się z opublikowaniem szeregu poradników i dokumentów normatywnych. W obecnych czasach jednym ze sposobów zapobiegania wypadkom jest wprowadzenie, przestrzeganie i modyfikacja aktów prawnych i norm określających warunki, jakie powinny spełniać maszyny, urządzenia i całe zakłady przemysłowe [1].

Awarie przemysłowe występujące w zakładach podwyższonego ryzyka, dały impuls do prężnego rozwoju dziedziny określanej mianem inżynierii ryzyka. Do zadań tej gałęzi należą: identyfikacja występujących zagrożeń, oszacowanie ryzyka, a także zarządzania ryzykiem w celu jego minimalizowania. W świetle nowych rozwiązań złożoności obiektów i systemów wymagane są pogłębione rozważania i analizy [2].

Rygorystyczne zapisy prawne, ale także złożone analizy nie gwarantują, że niekorzystne zdarzenia o charakterze losowym nie wystąpią [3]. Dlatego też prócz środków informacyjnych i represyjnych związanych z ustawodawstwem, zaczęto stosować elementy kompensacyjne. Pozwalają one na zrekomensowanie strat w przypadku wystąpienia szkody losowej.

Obecnie najpopularniejszą formą zarządzania ryzykiem jest transfer ryzyka do firm ubezpieczeniowych. Przedsiębiorstwa i spółki ubezpieczeniowe stają się właścicielem ryzyka. Firmy muszą zarządzać ryzykiem w taki sposób, aby minimalizować ewentualny negatywny wpływ ryzyka na własną sytuację finansową i pozycję na rynku ubezpieczeniowym [3]. Biorąc to pod uwagę firmy ubezpieczeniowe stają się jednym z podmiotów najbardziej zaangażowanych w rozwój inżynierii ryzyka. Oddziałują tym samym na poziom bezpieczeństwa różnych obiektów i zakładów przemysłowych. Przed firmami ubezpieczeniowymi stoją nowe wyzwania związane ze wzrostem złożoności ubezpieczonych obiektów i systemów.

Losowe i nieszczęśliwe wypadki występują nawet w przypadku zastosowania wszystkich niezbędnych i wymaganych zabezpieczeń. Gdy nastąpi szkoda losowa zastosować można kompensację, która możliwe szybko przywróci stan instalacji, który był przed wystąpieniem awarii. Następuje to głównie przez wyrównanie strat finansowych oraz zaspokojenie różnych potrzeb wywołanych przez to zdarzenie [4, 5]. Formą pokrywania ujemnych następstw zdarzeń losowych są ubezpieczenia.

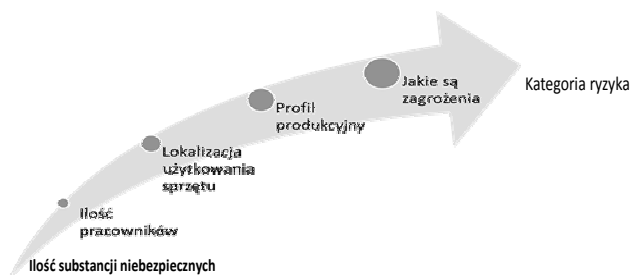
1.2. Ubezpieczenie zakładu przemysłowego

Zakład przemysłowy jest obiektem, w którym występuje duża ilość zagrożeń. Do zagrożeń w zakładach przemysłowych należy zaliczyć skutki zdarzeń losowych powodujących m.in. utratę, uszkodzenie mienia lub zniszczenie. Występowanie zagrożeń wymaga kontroli. Instrumentem finansowej kontroli ryzyka jest jego ubezpieczenie, które bazuje na transferze ryzyka na inny podmiot tj. towarzystwo ubezpieczeniowe [2]. Rozwój technologii i nowe rozwiązania produkcyjne wdrażane w zakładach przemysłowych, inwestycje związane z rozwojem inżynierii są wyzwaniem również dla firm ubezpieczeniowych ze względu na potrzeby dostosowania oferowanej ochrony ubezpieczeniowej do występujących zagrożeń często trudnych do jednoznacznego i trafnego zidentyfikowania.

1.3. Analiza ryzyka a działalność ubezpieczeniowa

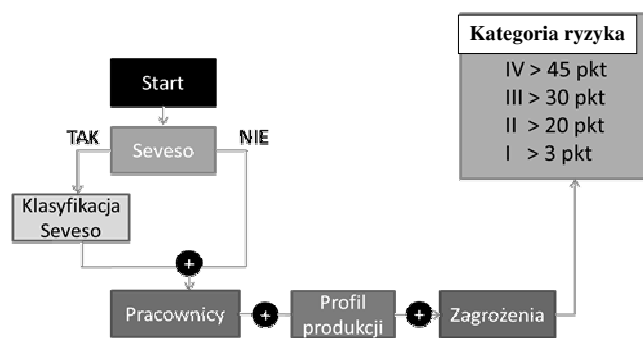
Przedsiębiorstwa mają na celu optymalizowanie kosztów oraz maksymalizowanie zysków. Cele te osiąga się dzięki minimalizowaniu kosztów przy założonym poziomie przychodów z prowadzonej działalności lub poprzez maksymalizowanie przychodów przy założonym poziomie

kosztów. Wielkość przychodów uzależniona jest od ilości i jakości wytwarzanych towarów oraz osiągniętej ceny jednostkowej poszczególnych produktów [2]. Jednakże prowadzenie przedsiębiorstwa odbywa się w warunkach niepewności, występującej w dwóch kategoriach, jako niemierzalnej oraz mierzalnej zwanej ryzykiem. Metody dotyczące oceny ryzyka stosowane są na różnych poziomach złożoności i zaawansowania. Pierwszą metodą ograniczenia szkód powodowanych przez zdarzenia losowe były działania represyjne, zmierzające do usunięcia lub zatrzymania występowania zdarzenia, które powstało [6]. Ze względu na małą efektywność tej metody nastąpił rozwój metod prewencyjnych. Mają one na celu wyeliminowanie możliwości wystąpienia negatywnego zdarzenia losowego lub zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia takiego zdarzenia. Dopiero metody kompensacyjne umożliwiły pokrycie strat losowych, które zaistniały pomimo prowadzonych wcześniej działań prewencyjnych lub represyjnych [7]. Celem procesu zarządzania ryzykiem jest zapewnienie operacyjnej ciągłości i efektywności przedsiębiorstwa, która może być zakłócona przez wystąpienie różnego rodzaju zagrożeń. Metodą zarządzania ryzykiem jest transfer ryzyka występującego w przedsiębiorstwie do firmy ubezpieczeniowej. W zależności od wyników analizy i oceny ryzyka firma ubezpieczeniowa podejmuje decyzje o jego podjęciu lub odrzuceniu, a w konsekwencji o wysokości składki ubezpieczeniowej.



Rys. 1. Elementy wymagane do przeprowadzenia procesu klasyfikacji

Dana kategoria jest nadawana na podstawie uzyskanych punktów przez dany obiekt. Schemat blokowy procesu klasyfikacji przedstawiony jest na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat algorytmu proponowanej klasyfikacji

2. PROPOZYCJA METODY OCENY RYZYKA

2.1. Przyjęty sposób realizacji metody

Koncepcja klasyfikacji i oceny ryzyka w obiektach przemysłowych bazuje m.in. na zapisach Dyrektywy Seveso III [8]. Zgodnie z dyrektywą, podstawą do zaliczenia obiektu niebezpiecznego do danego kryterium progowego jest ilość przechowywanej substancji niebezpiecznej.

Zgodnie z przyjętym sposobem realizacji klasyfikacji przyjęto, że: zakład o zwiększonym ryzyku-ZZR oznacza zakład wykorzystujący instalacje stwarzające w razie awarii zagrożenia o mniejszym stopniu zagrożenia, które są identyfikowane z zastosowaniem mniejszych wartości. Zakład o dużym ryzyku- ZDR oznacza zakład posiadający instalacje stwarzające w razie awarii zagrożenia o większym stopniu zagrożenia. Podstawą realizacji procedury zaliczania (kwalifikacji, identyfikacji) obiektu niebezpiecznego są substancje niebezpieczne stanowiące wraz z przypisanymi im wartościami progowymi kryteria kwalifikacyjne dla instalacji niebezpiecznych [8, 9].

Na rysunku 1 przedstawiono elementy, które należy uwzględnić podczas klasyfikacji ryzyka. Są to ilość substancji niebezpiecznych, ilość pracowników, lokalizacja użytkowanego sprzętu, profil produkcji danego zakładu. Ponadto należy brać pod uwagę zagrożenia wynikające z profilu produkcji. Przy uwzględnieniu tych aspektów wynikiem przeprowadzanej klasyfikacji bazującej na odpowiednich macierzach jest kategoria ryzyka umożliwiająca ocenę przez przedsiębiorstwo ubezpieczeniowe możliwości podjęcia transferu ryzyka.

Rysunek 2 przedstawia schemat algorytmu proponowanej klasyfikacji. Ze względu na różnorodność obiektów podwyższonego ryzyka przyjęto, iż elementem wyjściowym do dokonania klasyfikacji będzie uwzględnienie dyrektywy Seveso. Krok ten uzależniony jest od tego czy dany obiekt przemysłowy spełnia wymagania dyrektywy. W przypadku klasyfikacji Seveso dany obiekt otrzymuje stosowne wartości cząstkowe wynikające z dyrektywy. W razie nie spełnienia wymagań uwzględniana jest ilość pracowników, lokalizacja obiektu, profil produkcji a także zagrożenia w zakładzie przemysłowym. W proponowanej metodzie wyróżniono cztery kategorie ryzyka. Kategoria IV odpowiada najwyższemu poziomowi niosącemu za sobą największe wymagania ze względu na wymagania bezpieczeństwa w zakładzie, natomiast kategoria I jest najmniej wymagającą kategorią.

Ze względu na ryzyko strat ludzkich należy uwzględnić ilość pracowników w przedsiębiorstwie. Matryca na rysunku 3 ilustruje odpowiednie kategorie punktowe. W poszczególnych komórkach matrycy znajdują się wartości, które należy doliczyć przy dokonywaniu przeliczeń algorytmu klasyfikacji, korzystając z opracowanych uprzednio procedur [9]. Przyjęto kategorie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia, które są traktowane analogicznie dla wszystkich matryc w procesie klasyfikacji obiektów [10, 11]. Przedstawione wartości w matrycach to odpowiednio:

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia [10, 11]
 1 – (Bardzo rzadkie) Może wystąpić tylko w wyjątkowych okolicznościach raz na 25 lub więcej lat.
 2 – (Rzadkie) Nie oczekuje się, że może się zdarzyć istnieje mała szansa, czy też inne okoliczności, aby zdarzenia mogły wystąpić. Mogą one wystąpić raz na 15 lat.

3 – (Możliwe) Może zdarzyć się w określonym czasie, jest pewna szansa, że zdarzenie może wystąpić. Może wystąpić raz na 10 lat.

4 – (Prawdopodobne) Jest prawdopodobne, że wystąpi w większości okoliczności zdarzenia są systematyczne. Występuje znaczna szansa, pozwalająca na jego wystąpienie. Może zdarzyć się raz na 5 lat.

5 – (Bardzo prawdopodobne) Oczekuje się, że zdarzy się w większości okoliczności, zdarzenia te są bardzo dobrze udokumentowane. Może wystąpić częściej niż raz na rok.

		Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia				
		Bardzo rzadkie (1)	Rzadkie (2)	Możliwe (3)	Prawdopodobne (4)	Bardzo prawdopodobne (5)
Ilość pracowników	Ponżej 1000/km ² (5)	5	10	15	20	25
	Ponżej 500/km ² (4)	4	8	12	16	20
	Ponżej 200/km ² (3)	3	6	9	12	15
	Ponżej 100/km ² (2)	2	4	6	8	10
	Ponżej 50/km ² (1)	1	2	3	4	5

Rys. 3. Matryca klasyfikacja ze względu na ilość pracowników

Ze względu na profil produkcji wyróżniono klasyfikacje przedstawione na rysunku 4.

Profil produkcji zakładu		Kategoria ze względu na profil produkcji			
		1	2	3	4
Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia	Bardzo prawdopodobne (5)	5	10	15	20
	Prawdopodobne (4)	4	8	12	16
	Możliwe (3)	3	6	9	12
	Rzadkie (2)	2	4	6	8
	Bardzo rzadkie (1)	1	2	3	4

Rys. 4. Matryca klasyfikacja ze względu na profil produkcji

Kategorie zakładu zostały przedstawione na rysunku 5 wykorzystywane są przy dokonywaniu klasyfikacji wedle matrycy z rysunku 4. Dokonując klasyfikacji zakładów produkcyjnych bazowano na informacjach zawartych w opracowaniach literaturowych [9, 10].

Kategoria zakładu	Profil produkcji
1	przemysł cementowniczy, koksownie, przemysł drzewny, inne różnorodne rodzaje przemysłu,
2	energetyka, przemysł spożywczy, przemysł metalowy, przemysł meblarski
3	przemysł ceramiczny, przemysł metalurgiczny, przemysł farmaceutyczny, przemysł kosmetyczny i środków czystości, przemysł gumowy, przemysł celulozowo-papierniczy
4	przemysł chemiczny, kopalnictwo mineralów, węgla gazu ziemnego oraz ropy naftowej gazy techniczne

Rys. 5. Kategorie produkcji zakładów przemysłowych

Kolejnym krokiem algorytmu oceny jest dokonanie klasyfikacji z uwzględnieniem zagrożeń w instalacji

podwyższonego ryzyka. Na rysunku 6 przedstawiono wyróżnione kategorie zilustrowane w matrycy.

Zagrożenia		Prawdopodobieństw wystąpienia zdarzenia				
		Bardzo rzadkie (1)	Rzadkie (2)	Możliwe (3)	Prawdopodobne (4)	Bardzo prawdopodobne (5)
Skutki wystąpienia zdarzenia	Katastrofalne (5)	5	10	15	20	25
	Duże (4)	4	8	12	16	20
	Średnie (3)	3	6	9	12	15
	Małe (2)	2	4	6	8	10
	Nieistotne (1)	1	2	3	4	5

Rys. 6. Matryca klasyfikacja ze względu na zagrożenia w zakładzie

Skutki wystąpienia zdarzenia przedstawione na rysunku 6 w zależności od przyjętego poziomu zagrożenia sklasyfikowano w następujący sposób:

1 - (Nieistotne) Nie ma ofiar śmiertelnych i rannych. Niemierzalny jest efekt oddziaływania zdarzenia na środowisko naturalne. Brak lub niewielki uszczerbek na zdrowiu pracowników.

2 - (Małe) Mała liczba rannych, lecz bez ofiar śmiertelnych. Wymagana pierwsza pomoc dla pracowników. Występują zniszczenia na terenie obiektu przemysłowego. Niewielkie straty finansowe, oraz znikomy wpływ na środowisko naturalne o krótkotrwałym znaczeniu.

3 - (Średnie) Potrzebna pomoc medyczna dla pracowników, lecz bez ofiar śmiertelnych. Spore straty finansowe. Występuje oddziaływanie na środowisko naturalne.

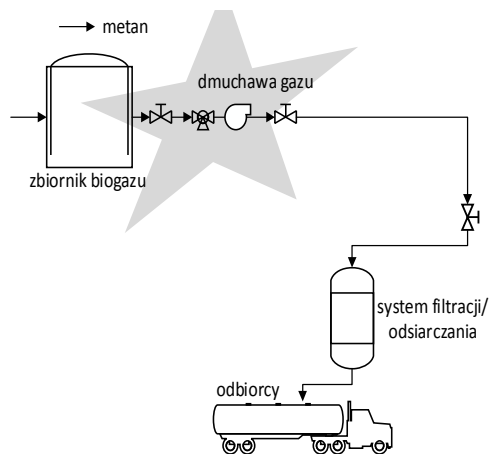
4 - (Duże) Mocno poranieni pracownicy, dużo osób hospitalizowanych, ofiary śmiertelne. Duże straty finansowe. Długotrwałe efekty w środowisku naturalnym.

5 - (Katastrofalne) Duża liczba poważnie rannych. Duża liczba hospitalizowanych w tym ofiary śmiertelne. Rozległe zniszczenia obiektów. Duży wpływ zdarzenia na środowisko naturalne, stałe zniszczenia.

Uwzględnienie takich elementów składowych proponowanej metody analizy pozwoli w sposób miarodajny ocenić ryzyko. A tym samym umożliwi analitykowi ryzyka dokonanie określenia wymaganego transferu ryzyka, a co za tym idzie określenia warunków i kryteriów polisy ubezpieczeniowej w danym zakładzie przemysłowym.

2.2. Analizowana instalacja

Rozpatrywanym systemem jest układ biogazowni rolniczej. Mimo prawidłowo zaprojektowanej instalacji odgromowej, w wyniku bezpośredniego wyładowania piorunowego, została uszkodzona cała infrastruktura automatyki. Uproszczony schemat tego układu przedstawiono na rysunku 7. W instalacji biogazowni produkowany jest biogaz, który służy, jako paliwo do kogeneratora. W procesie kogeneracji powstają energia elektryczna oraz energia cieplna. Wyładowanie piorunowe, będące zdarzeniem inicjującym miało miejsce w pobliżu zbiornika gazu w bliskiej odległości, którego znajdowały się szafy rozdzielcze wyposażone w infrastrukturę automatyki, w tym automatyki zabezpieczeniowej. Konsekwencjami zaistniałej sytuacji było przepalenie kaset sterownika programowalnego w tym awaria jednostki sterującej, co wiązało się z całkowitym zanikiem sterowania w układach biogazowni. Straty wynikające z zaistniałej sytuacji zostały oszacowane na 1 milion złotych.



Rys. 7. Schemat fragmentu instalacji podlegającej analizie

Wynikają one bezpośrednio z uszkodzenia kogeneratora oraz licznych elementów automatyki w konsekwencji tego wymagany był kompleksowy remont układów biogazowni.

Propozycja obliczeń dla przyjętej metody została ujęta na rysunkach 3,4,6 odpowiednio oznaczone pola macierzy przedstawiają przyjęte kategorie dla rozpatrywanego zdarzenia. Układ ze względu na produkcję biometanu jest instalacją, w której należy uwzględnić dyrektywę Seveso jednakże ze względu na charakter szkody zaistniałej w instalacji w celu przeprowadzenia prawidłowej oceny ryzyka zdecydowano, że ten krok zostanie pominięty. W związku z tym przyjęto następujące kryteria do oceny kategorii ryzyka:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 35 \quad (1)$$

$$Q = 3 + 12 + 20 = 35 \quad (2)$$

gdzie: Q – współczynnik główny oceny kategorii ryzyka, Q_1 – współczynnik ilości pracowników, Q_2 – współczynnik profilu produkcji, Q_3 – współczynnik zagrożeń w zakładzie;

Dla rozpatrywanej sytuacji awaryjnej zgodnie z powyższymi równaniami otrzymano wynik $Q=35$. Tym samym bazując na proponowanej klasyfikacji kategorii ryzyka przedstawionej na rysunku 2 można przyjąć, że otrzymano kategorię III. Analityk oceny ryzyka powinien uwzględnić proponowaną kategorię, która przyczyni się do oceny potrzeb modernizacji zakładu lub weryfikacji istniejących systemów przeciwprzepięciowych i odgromowych. Weryfikacja ta posłuży w następstwie do oceny możliwości transferu ryzyka i przejęcia ryzyka z zakładu przemysłowego na przedsiębiorstwo ubezpieczeniowe.

3. PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule przedstawiono w zarysie istotę oceny ryzyka z punktu widzenia firm ubezpieczeniowych. Ponadto przedstawiono propozycję metody szybkiej oceny ryzyka dla wybranej sytuacji losowej. Zaprezentowano przykład zdarzenia uszkodzenia instalacji biogazowni, którego wynikiem jest określona kategoria ryzyka służąca do oceny potrzeb transferu ryzyka. Otrzymane wartości $Q=35$ dla rozważanego przykładu są subiektywne i zależą w istotny sposób od grupy eksperckiej dokonującej analizy, w związku, z czym wymagana będzie w przyszłych pracach ocena niepewności uzyskanych wyników w odniesieniu do przyjętych założeń. Dalsze prace będą zmierzały w kierunku opracowania zaawansowanego narzędzia wspomagającego analityków ryzyka dokonujących oceny ryzyka w przedsiębiorstwach przemysłowych.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Gąsioriewicz L., Micyk R.: Ubezpieczenia przemysłowe, w Podstawy ubezpieczeń, tom II – Produkty, J. Monkiwicz (red.), Poltext, Warszawa 2002
2. Gołębiowski D.: Audyt ubezpieczeniowy, Praktyczne metody analizy ryzyka, Poltext, Warszawa 2010
3. Freeman E. R.: Strategic Management. A Stakeholder Approach, Pitman, Boston 1984
4. Polaszek H.: Pojęcie efektywności ochrony ubezpieczeniowej i metody jej oceny. Studia ubezpieczeniowe, tom IV 1982
5. Otto W.: Ubezpieczenia majątkowe, część I, Teoria ryzyka, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005
6. Banasiński A.: Ubezpieczenie gospodarcze. Poltext Warszawa 1993
7. Williams Jr. C. A., Smith M. K., Young P.: Risk Management and Insurance. Mc Grew-Hill, Singapore 1995
8. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/18/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie kontroli zagrożeń poważnymi awariami związanymi z substancjami niebezpiecznym
9. Rasmussen J.: Cognitive Control and Human Error Mechanisms. In: New Technology and Human Error (Eds. Rasmussen J., Duncan K, Leplat J.). Chichester/ New York: John Wiley & Sons, 1987.
10. Abgarowicz G.: Pamięć przyszłości. Analiza ryzyka dla zarządzania kryzysowego. CNBOP-PIB, Józefów 2015
11. Kaczmarek J.: Cechy zachowań i klasyfikacja obiektów w ujęciu dynamicznej oceny zagrożenia finansowego przedsiębiorstw, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia nr 1/2016 (79)

ASSESSMENT OF ELECTRONIC EQUIPMENT DAMAGE RISK FROM THE PERSPECTIVE OF INSURANCE COMPANIES

The problem of fault evaluation of electronic equipment with regard to insurance aspects is still valid despite new methods of risk assessment of failure. This article discusses the financial aspect after the breakdown of equipment from the point of view of the expert analysis for the insurance company. The theses have been supported by an example of cause-and-effect analysis along with analysis of defects and errors in the sample installation. The method of risk assessment for the same cause was also proposed. The following section presents an analysis of material losses as a result of breakdown and analysis of costs reduced as a result of conducted expert analyzes.

Keywords: fault evaluation, risk assessment, material loss analysis.