

# ANALIZA RYZYKA METODĄ FMEA PRACY WENTYLATORA POWIETRZA ŚWIEŻEGO JAKO ELEMENTU SYSTEMU SKOJARZONEJ PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ I CIEPLNEJ

## Słowa kluczowe:

FMEA, proces produkcji, kogeneracja, produktywność

## 1. Wstęp

Proces produkcji energii w systemie skojarzonym niesie ze sobą szereg problemów związanych ściśle z prawidłowym utrzymaniem ruchu maszyn eksploatowanych w elektrociepłowniach, ciepłowniach i elektrowniach. Przedsiębiorstwa elektroenergetyczne zajmujące się produkcją energii elektrycznej i ciepłej charakteryzują się produkcją ciągłą, oznacza to szereg działań, które trwają w sposób nieustanny przez całą dobę. Z takim rodzajem produkcji wiąże się szereg problemów związanych z organizacją czasu pracy maszyn i urządzeń, systemu logistycznego dostarczającego biopaliwa (biomasa, węgiel kamienny), a także czasu pracy pracowników przedsiębiorstwa [10, 11]. Głównym zadaniem procesu jest produktywnie zarządzanie utrzymaniem ruchu maszyn i urządzeń eksploatowanych w elektrociepłowniach, od których zależą między innymi koszty końcowe energii elektrycznej i ciepłej. Każdorazowy, nieprzewidziany postój awaryjny jest obciążony kosztami nieplanowanych remontów, proporcjonalnie do wielkości awarii. Celem artykułu jest przedstawienie teoretycznej analizy metodą FMEA dla wybranego etapu procesu produkcyjnego na przykładzie ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o. Segment Ciepło – Oddział Białystok. W pracy został zaprezentowany wybrany przypadek awarii wentylatora powietrza świeżego, którego głównym zadaniem jest zasilanie kotła parowego w świeże powietrze niezbędne do prawidłowego spalania paliwa.

Liczne przykłady literaturowe wskazują rozwiązania diagnostyczne mających miejsce nieprzewidzianych awarii maszyn wirnikowych. Przykłady badań stanu zużycia powierzchni łożysk ślizgowych eksploatowanych w wentylatorach powietrza zostały zaprezentowane w pracy [7], a liczne pozostałe przypadki prezentujące podejście predykcyjne do eksploatacji wybranych maszyn i urządzeń zostały opisane w pracach [2, 3, 8, 9].

## 2. Analiza FMEA jako narzędzie wspomagające zarządzanie jakością procesów produkcyjnych

Analiza FMEA (ang. *Failure Mode and Effect Analysis*) została zapoczątkowana w Stanach Zjednoczonych w latach sześćdziesiątych XX wieku. Początkowo wykorzystywano ją w przemyśle zbrojeniowym, lotniczym, technice jądrowej, a NASA tworzyła na jej podstawie swoje programy kosmiczne. Metoda ta znalazła zastosowanie również w Europie w przemyśle elektronicznym, chemicznym oraz samochodowym [5, 6].

Metoda ta stosowana jest w celu identyfikacji potencjalnych wad i powodujących je przyczyn. W dużym stopniu potencjalne wady ograniczają odpowiednie zastosowanie wyrobu oraz obniżają efektywność i sprawność procesów wykonania produktów. Wady doprowadzają do narażenia właścicieli wyrobów lub konsumentów usług na duże straty materialne. Najważniejsze zadanie metody FMEA to oferowanie najlepszych propozycji rozwiązań problemu lub jego korekta [5].

Analizę przyczyn i skutków wad można stosować dla całego wyrobu, podzespołu czy pojedynczego elementu, a nawet dla całego procesu technologicznego lub kolejnych operacji. Z tego też względu wyróżnia się FMEA wyrobu, konstrukcji oraz procesu [3, 5, 12].

W pracy główny nacisk został ukierunkowany na analizę FMEA procesu związanego z procesami eksploatacji wentylatora powietrza świeżego, do których zalicza się również świadczenie usług. Metoda FMEA przeprowadzona została celem wyznaczenia czynników utrudniających spełnienie wymagań, jakie są związane z przeznaczeniem maszyny. Czynniki mogą być zależne od:

- maszyn i urządzeń,
- metod i parametrów pracy maszyny,
- aparatury kontrolno-pomiarowej,
- wpływu otoczenia [5, 13].

FMEA dla procesu znajduje zastosowanie między innymi, gdy procesy mogą stanowić problem do opanowania, przy planowaniu produkcji seryjnej, czy jej doskonaleniu oraz projektowaniu procesów technologicznych [5].

Metoda FMEA pozwala na:

- sklasyfikowanie pochodzenia wad i nieprawidłowości,
- dokonanie wyboru możliwego rozwiązania zastępczego w procesie projektowania,
- wyeliminowanie operacji zbędnych w procesie produkcyjnym,
- ustalenie odpowiednich środków do kontroli badań w procesie,
- udoskonalenie właściwości produktów i usług [5, 15, 18].

W tabeli 1 zaprezentowano etapy przygotowania analizy FMEA dla dowolnego procesu produkcyjnego.

Należy w sposób wyraźny podkreślić, że od metody analizy przyczyn skutków i wad nie należy oczekiwać generowania gotowych rozwiązań mówiących, w jaki sposób usuwać przyczyny powstałych wad. Metoda ta daje jedynie „wskazówki”, które definiują miejsce krytyczne w procesie. Dla skutecznego wykorzystania takich informacji, niezbędne jest uzupełnienie metody FMEA o pewne podejście diagnostyczne wybranych maszyn i urządzeń w całym procesie produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej. Takie podejście umożliwi w sposób dokładny określić miejsce wystąpienia prawdopodobnych awarii [16].

<p><b>Etap I</b> Przygotowanie: określenie problemu i wywołujących go przyczyn</p>	<p><b>Etap II</b> Właściwa analiza: obliczenie wskaźników liczbowych dla zdefiniowanych potencjalnych przyczyn awarii/przerwania procesu produkcyjnego</p>	<p><b>Etap III</b> Wdrożenie i doskonalenie działań zapobiegawczych</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– zbudowanie zespołu badawczego,</li> <li>– zidentyfikowanie problemu oraz jego potencjalnych skutków w procesie,</li> <li>– zdefiniowanie granic systemu, w którym potencjalne błędy zostaną poddane wnikliwej analizie,</li> <li>– przygotowanie np. schematu blokowego procesu poddanego analizie FMEA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zdefiniowanie potencjalnych przyczyn oraz skutków problemów, które mogą potencjalnie wystąpić w procesie,</li> <li>– opisanie działań stosowanych w celu wykrycia wskazanych wad i ich przyczyn,</li> <li>– przypisanie wartości liczbowych z zakresu &lt;1,1000&gt; dla potencjalnych wad, przyczyn oraz skutków, które mogą wystąpić w procesie,</li> <li>– obliczenie wskaźnika priorytetu/wskaźnika ryzyka (LPR, RPN).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sporządzenie rankingu potencjalnych wad procesu według liczby priorytetu/wskaźnika ryzyka,</li> <li>– zaplanowanie działań zapobiegawczych dla wad, które uzyskały najwyższy wskaźnik RPB/LPR,</li> <li>– nadzór nad realizacją zaplanowanych działań.</li> </ul>

Tab. 1. Etapy przygotowania analizy FMEA dla dowolnego procesu produkcyjnego (na podstawie [5])

### 3. Analiza ryzyka wybranego etapu procesu produkcji energii w systemie skojarzonej gospodarki energetycznej

Prezentowane wyniki badań zostały przygotowane w oparciu o wieloletnie dane udostępnione dzięki uprzejmości ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o. Segment Ciepło – Oddział Białystok. Informacje były archiwizowane dla bieżących potrzeb sprawnego funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego. Należy podkreślić fakt, iż dane gromadzone były w sposób systematyczny i nie zawierają braków w badanych okresach produkcyjnych.

Koncepcja autorska polegająca na podejściu predykcijnym (zapobieganie awariom) jest szczególnie uzasadniona w przypadku produkcji ciągłej, gdzie nie ma możliwości produkowania „na zapas” i magazynowania, a gdzie unikanie przestojów spowodowanych awariami ma szczególne znaczenie [14, 20].

Głównym zadaniem programu całościowego jest produktywne utrzymanie ruchu maszyn – *Total Productive Maintenance* [12]. Proces produkcji ciągłej jest opisywany jako złożenie cząstkowych elementów (etapów) procesu w jedną, nieustannie trwającą całość [16]. Wyszczególnienie etapów może być dokonywane z wykorzystaniem techniki mapowania. Jednym z pierwszych etapów prawidłowej analizy procesu jest przygotowanie schematu blokowego procesu technologicznego o szczegółowości dostosowanej do potrzeb realizowanego działania [2]. Awarie i przestoje w poszczególnych etapach mają różny wpływ na realizację procesu, w sensie oceny produktywności. Ranking ustalający istotność etapów będzie ustalony z wykorzystaniem metody FMEA.

Zasadniczym zadaniem procesu skojarzonej gospodarki energetycznej potocznie zwanej kogeneracją jest proces jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepła użytkowego, który możliwy jest do realizacji właśnie w elektrociepłowni. Takie skojarzone wytwarzanie energii

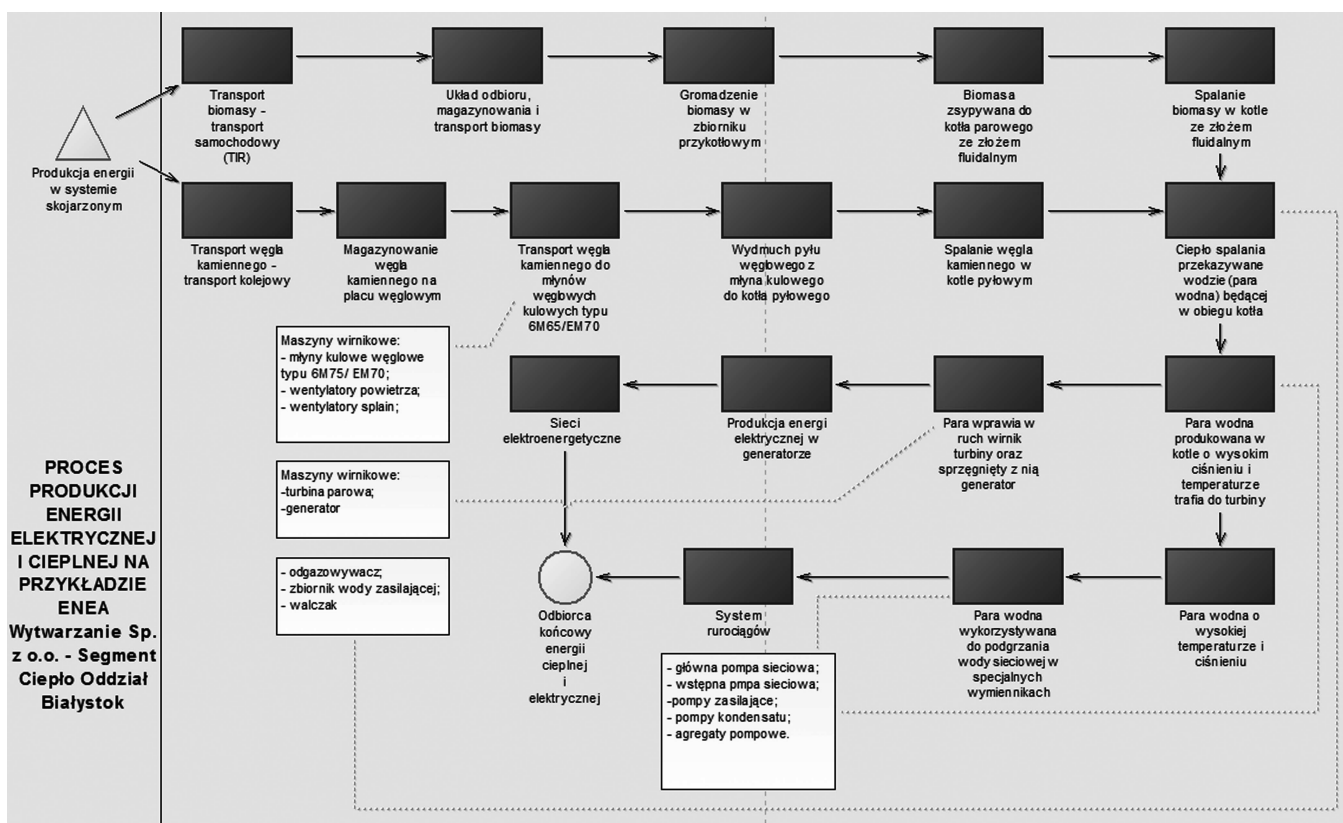
jest procesem bardzo efektywnym. Efektem czego, jest oszczędność do 30% energii chemicznej paliwa, w porównaniu z rozdzieloną produkcją energii elektrycznej w elektrowni oraz ciepła w ciepłowni. W ślad za oszczędnością w zużyciu paliwa kogeneracja pozwala bezinwestycyjnie obniżyć emisję zanieczyszczeń, takich jak dwutlenek węgla, dwutlenek siarki i tlenki azotu [14].

Na rysunku 1. zaprezentowany został schemat blokowy procesu produkcji energii w systemie skojarzonej gospodarki energetycznej na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa elektroenergetycznego. Symbolem w kształcie strzałki oznaczone zostało miejsce poddane analizie FMEA.

Na rysunku 2. przedstawiono fotografię wentylatora powietrza świeżego – obiekt poddany analizie FMEA. W tabeli 2 zaprezentowany został fragment arkusza wykorzystanego w analizie FMEA zasilania kotła parowego w powietrze świeże.

Szczegółowe wyniki badań zostały zaprezentowane w tabeli 3 dla pierwszych trzech najbardziej istotnych potencjalnych przyczyn wad, które zostały ukazane po dokonaniu analizy za pomocą metody FMEA.

Na wykresie (rys. 3) przedstawione zostały wady wentylatora powietrza świeżego eksploatowanego w opisywanym przedsiębiorstwie wraz z obliczonymi wcześniej wskaźnikami priorytetu LPR. Wyraźnie widoczne potencjalne przyczyny wad o numerach: 2.1 – nieprawidłowe smarowanie łożysk ślizgowych, 2.2 – uszkodzone lub zużyte panewki łożysk ślizgowych, 3.1 – tarcie wirnika o lej wlotowy lub obudowę znacznie wyróżniają się na tle pozostałych, wartość współczynnika priorytetu LPR w przypadku dwóch z nich przekroczyła wskaźnik powyżej 200 jednostek, a w jednym przypadku 100 jednostek, co oznacza, iż są one bardzo istotne z punktu widzenia prawidłowej eksploatacji maszyny. W związku z tym, zostały one oddzielone na wykresie czerwoną, przerywaną linią. Analiza pokazuje, że w pierwszej kolejności należy podjąć działania zapobiegawcze w stosunku



Rys. 1. Schemat blokowy procesu produkcji energii elektrycznej i ciepłej w systemie skojarzonym



Rys. 2. Wentylator powietrza świeżego – obiekt poddany analizie FMEA

do wad, które uzyskały najwyższy współczynnik priorytetu, gdyż to one mają największy wpływ na potencjalnie przewidziane przestoje awaryjne.

#### 4. Podsumowanie

Dzięki otrzymanym wynikom, udało się wyznaczyć wady, które z punktu widzenia pracowników działu utrzymania ruchu maszyn, mogą mieć największy wpływ na ciągłą pracę wentylatora powietrza świeżego. Analiza ta została przeprowadzona pod czujnym okiem pracowników działu

utrzymania ruchu maszyn ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o. Segment Ciepło – Oddział Białystok. Przeprowadzona analiza uwydatniła wady maszyny, które wpływają na produktywność danego etapu procesu produkcyjnego. Koniecznym jest powtarzanie w sposób okresowy analizy FMEA. Wraz z analizą zaleca się stosować inne instrumenty zarządzania jakością, co pozwoli na kompleksowe rozwiązanie problemu [17, 19].

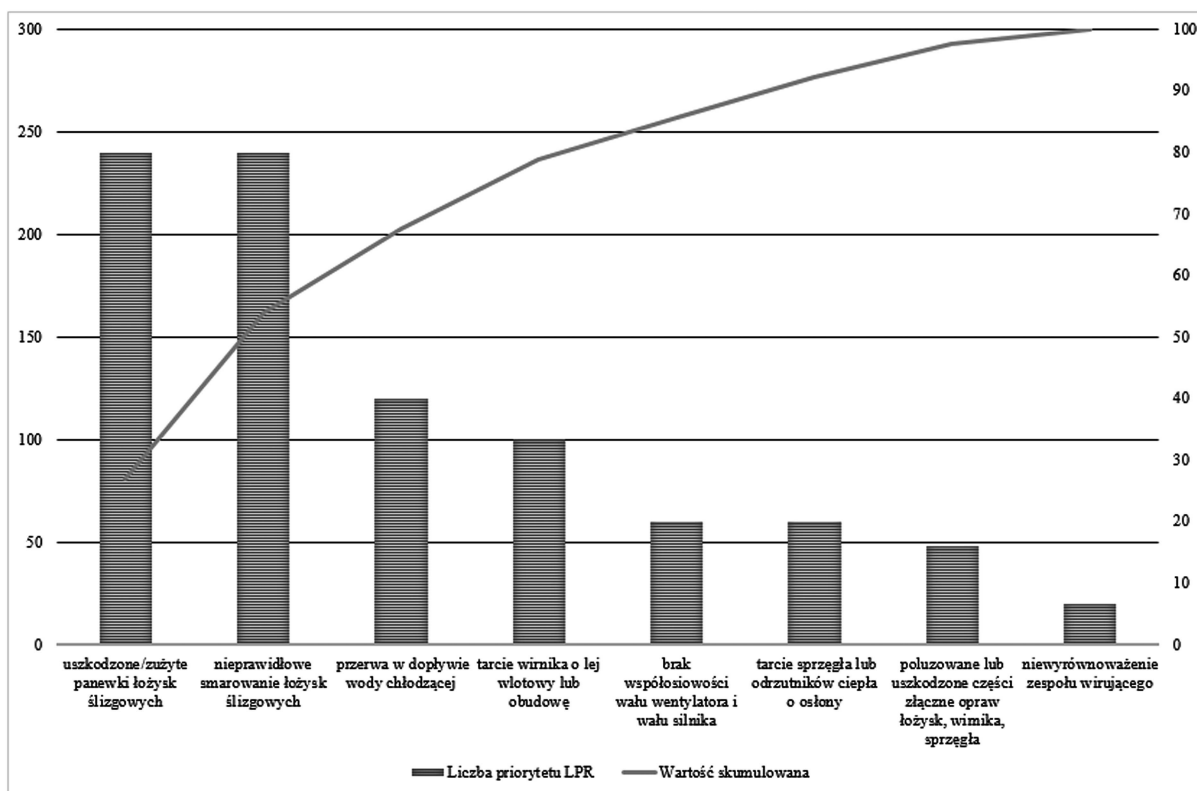
Podsumowując stwierdzić należy, iż temat należało uznać za trafny i w pełni uzasadniony. Mimo dużego znaczenia praktycznego, powyższe zagadnienie nie było dotychczas

Proces	Potencjalne wady	Potencjalne skutki wad	Znaczenie wady - Z	Potencjalne przyczyny wad	Ryzyko wystąpienia - R	Bieżące sterowanie procesem/ bieżąca kontrola projektowa	Wykrywalność - W	Liczba priorytetu - LPR
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zasilanie kotła parowego w świeże powietrze	1. Nadmierna prędkość drgań	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła,</li> <li>Pęknięcie wirnika,</li> <li>Duże wibracje</li> <li>Zniszczenie łożysk ślizgowych.</li> </ul>	10	1.1 niewyrównoważenie zespołu wirującego	2	Sprawdzić stan techniczny zespołu wirującego.	1	20
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Duże wibracje,</li> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła.</li> </ul>	10	1.2 zużyte panewki łożysk ślizgowych	7	Wymienić panewki łożysk.	2	140
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Duże wibracje,</li> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła.</li> </ul>	8	1.3 poluzowane lub uszkodzone części złączne opraw łożysk, wirnika, sprzęgła	6	Wymienić lub dokręcić śruby.	1	48
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła,</li> <li>Pęknięcie wirnika,</li> <li>Duże wibracje</li> <li>Zniszczenie łożysk ślizgowych.</li> </ul>	10	1.4 brak współosiowości wału wentylatora i wału silnika	3	Wyosiować wały wentylatora i silnika. Ustawić odpowiednio tarcze sprzęgłowe.	2	60
	2. Nadmierna temperatura łożysk	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przegrzanie silnika,</li> <li>Pęknięcie wirnika,</li> <li>Duże wibracje wentylatora,</li> <li>Zniszczenie łożysk ślizgowych.</li> </ul>	10	2.1 nieprawidłowe smarowanie łożysk	8	Zapewnić przepływ oleju na odpowiednim poziomie	3	240
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła,</li> <li>Zacieranie części wirujących.</li> </ul>	10	2.2 przerwa w dopływie wody chłodzącej	6	Zapewnić stały dopływ wody chłodzącej.	2	120
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Duże wibracje,</li> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła.</li> </ul>	10	2.3 uszkodzone lub zużyte panewki	8	Wymienić panewki łożysk	3	240
	3. Nadmierny hałas wentylatora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła,</li> <li>Pęknięcie wirnika,</li> <li>Duże wibracje</li> <li>Zniszczenie łożysk ślizgowych.</li> </ul>	10	3.1 tarcie wirnika o lej wlotowy lub obudowę	5	Skorygować szczeliny obwodowe między lejem wlotowym a wirnikiem.	2	100
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nadmierne wytwarzanie ciepła,</li> <li>Pęknięcie wirnika,</li> <li>Duże wibracje.</li> </ul>	10	3.2 tarcie sprzęgła lub odrzutników ciepła o osłony	3	Ustalić prawidłowe odległości między sprzęgłem lub odrzutnikami ciepła a osłonami.	2	60

Tab. 2. Fragment arkusza wykorzystanego w analizie FMEA zasilania kotła w świeże powietrze

Lp.	Potencjalne przyczyny wad	LPR
2.1	Nieprawidłowe smarowanie łożysk ślizgowych	240
2.3	Uszkodzone lub zużyte panewki łożysk ślizgowych	240
3.1	Tarcie wirnika o lej wlotowy lub obudowę	100

Tab. 3. Zestawienie wyników dla trzech potencjalnych wad, które uzyskały najwyższy wskaźnik priorytetu



Rys. 3. Wykres PARETO dla wentylatora powietrza świeżego zasilającego kocioł parowy w powietrze

przedmiotem tak szerokich, a tym bardziej całościowych zainteresowań badawczych ze względu na interdyscyplinarność metody FMEA. W nauce polskiej niniejsza tematyka cieszy się już dużym zainteresowaniem i różnorodnością jej zastosowań [1, 3, 4, 12, 18, 20]. Wskazać przy tym należy, iż opublikowane dotychczas prace badawcze są nieliczne i odnoszą się do problematyki powyższego tematu jedynie fragmentarycznie, a dorobek nauki, na którym opiera się większość powyższych analiz, jest niesłychanie skromny.

#### Literatura:

- [1] Bieńkowska A., Zgrzywa-Ziemiak A., *Współczesne metody zarządzania w przedsiębiorstwach funkcjonujących w Polsce – identyfikacja stanu istniejącego*, [w:] Hojce M., Kral Z. (red.), *Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.
- [2] Dragun Ł., *Total Productive Maintenance maszyn wirnikowych na przykładzie maszyn eksploatowanych w elektrociepłowniach*, [w:] Jaroszewicz J. (red.), *Energia w nauce i technice 2014*, Białystok – Kleosin 2014, s. 196-211.
- [3] Dragun Ł., Jaroszewicz J., *Analiza przyczynowo skutkowa awarii maszyn wirnikowych eksploatowanych w elektrociepłowniach z wykorzystaniem metod zarządzania jakością*, [w:] Maciąg A. (red.), *XII Sympozjum Wydziału Zarządzania i Modelowania Komputerowego*, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2014, s. 459-469.
- [4] Gudanowska A.E., *Introduction to quality management in a manufacturing company*, "Economy and Management" 4/2010, pp. 162-163.
- [5] Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- [6] Huber Z., *Kawa na ławę. analiza FMEA procesu*. Złote myśli, Gliwice 2007.
- [7] Jaroszewicz J., Dragun Ł., *Badanie stanu powierzchni roboczej panwi łożysk ślizgowych na przykładzie doświadczeń Elektrociepłowni Białystok S.A.*, nr 1, (2013), ABiD, s. 7-14.
- [8] Jaroszewicz J., Dragun Ł., Kułak D., *Wybrane problemy utrzymania ruchu maszyn pomp wirowych sieciowych na przykładzie ENEA Wytwarzanie S.A. Segment Ciepło Białystok*, [w:] Maciąg A. (red.), *XII Sympozjum Wydziału Zarządzania i Modelowania Komputerowego*, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2014, s. 470-484.
- [9] Morel J., *Drgania maszyn i diagnostyka ich stanu technicznego*, Polskie Towarzystwo Diagnostyki Technicznej, Warszawa 1992.
- [10] Olszewska A.M., *Systemy i koncepcje zarządzania jakością a typ przedsiębiorstwa – wyniki badania wybranych podlaskich organizacji*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, T. 2, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2016, s. 257-267.
- [11] Olszewska A.M., *Analiza zależności pomiędzy zachowaniami pro jakościowymi, a wdrożonymi innowacjami w przedsiębiorstwach Podlasia*, [w:] Knosala R. (red.) *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, T. 1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015, s. 141-150.

- [12] Pisarek B., *Analiza przyczynowo-skutkowa awarii maszyn i charakterystyka bazy TPM\_f v02 do analizy i kontroli realizacji programu TPM w odlewni precyzyjnej*, „Archiwum Odlewnictwa”, Rocznik 5, Nr 17, Katowice 2005, s. 405-416.
- [13] Sadowski K., Schroeder A., Konczerewicz Ł., *Ocena warunków pracy chłodni mokrej wody ruchowej w elektrociepłowni*, IV Konferencja naukowo-praktyczna pn. *Energia w nauce i technice 2005*, Białystok – Suwałki 2005.
- [14] Schroeder A., Sadowski K., *Skojarzona gospodarka cieplna w Elektrociepłowni Białystok S.A.*, IV Konferencja naukowo-praktyczna *Energia w nauce i technice 2005*, Białystok – Suwałki 2005.
- [15] Skotnicka-Zasadzeń B., *Doskonalenie procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym z zastosowaniem metod projektowania jakości*, [w:] Knosala R. (red.), *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2013, s. 1003-1012.
- [16] Skrzypek E., *Dojrzałość jakościowa organizacji w świetle teorii i doświadczeń organizacji*, „Marketing i Rynek”, 5/2014, s. 579-588.
- [17] The ISO Survey of Management System Standard Certifications, dostępny: <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm>.
- [18] Wolnowska A., Rawska A., *Analiza ryzyka procesu produkcyjnego przy wykorzystaniu metody FMEA*, [w:] Knosala R. (red.), *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2010, s. 651-661.
- [19] Wrona A., Wrona M., *Zastosowanie wybranych narzędzi six sigma w procesach technologicznych*, [w:] Knosala R. (red.), *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2009, s. 532-540.
- [20] Żółtkowski M., Żółtkowski B., *Zarządzanie jakością procesu eksploatacji maszyn*, [w:] Knosala R. (red.), *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2013, s. 1034-1047.

## RISK ANALYSIS SELECTED STAGE OF ENERGY PRODUCTION SYSTEM COMBINED HEAT AND POWER USING METHODS FMEA

### Key words:

Failure Mode and Effect Analysis, process production, co-generation, productivity

### Abstract:

This article presents a theoretical analysis of a well-known method of FMEA as a tool to support quality management processes. On the basis of literature discusses the origin and nature of the method, as well as synthetic method presents examples of practical applications. An attempt was made to determine the possibility of further developments FMEA method in manufacturing companies. Based on many years of experience operating production company it has observed the need to implement quality management tools in one of the branches of the company, namely the Department of

Maintenance of Machines and Equipment in one of the Podlasie power plants. Innovation actions taken manifests itself in the implementation of the industrial practice new solutions for an organization. The issue is so important that observed shortened life cycles of machines and devices operating in power plants. The article presents the problems associated with the use of modern methods of quality management system, combined heat and power. The intensity of the emerging new methods raises the question of how these methods are effective and what benefits the implemented procedures have company. An attempt was made to analyze this problem on the example of the energy industry. The implementation of this method should help to get certain benefits, and consequently improve the productivity of the production of energy in combined heat and power system. Unforeseen emergency downtime of machines operated in the power plants are expensive factor in the production process. FMEA is a method commonly known as analysis of cause - and effect, which allows the accurate formulation of the potential causes and the consequences of failure processes. Having regard to the foregoing attempt to analyze the possibility of implementing FMEA method in the enterprise, and especially a in a company characterized by a continuous type production.

This research was partially supported by the grant S/WZ/1/15 of the Polish Ministry of Science and Higher Education.

### Mgr inż. Łukasz DRAGUN

Politechnika Białostocka

Wydział Zarządzania

Katedra Zarządzania Produkcją