

Karol SODZAWICZNY<sup>1</sup>

Izabela KUTSCHENREITER-PRASZKIEWICZ<sup>2</sup>

## **KSZTAŁTOWANIE WYROBU Z ZASTOSOWANIEM MODELU KANO ORAZ OCENY RYZYKA WYROBU**

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono problematykę kształtowania wyrobu z zastosowaniem metody Kano oraz ulepszonej metody FMEA. W metodzie FMEA dokonano zmian kryteriów oceny ryzyka uwzględniając zarówno zagrożenia jak i szanse. Wprowadzenie zmian w metodzie FMEA pozwala na uwzględnienie zapisów normy ISO 31000, która definiuje ryzyko zarówno w kategoriach zagrożeń jak i szans.

**Słowa kluczowe:** Model Kano, FMEA, ryzyko wyrobu

## **PRODUCT DEVELOPMENT WITH THE USE OF KANO MODEL AND RISK ASSESSMENT**

**Summary:** The paper discuss product development with the use of Kano model and FMEA improved method. In the FMEA improved method criteria of risk assessment were changed and opportunity and threats was taking into consideration. Presented method use risk definition which comes from ISO 31000 which define risk in the threats and opportunity meaning.

**Keywords:** Kano Model, FMEA, product risk

### **1. Wstęp**

Wielu autorów prezentuje metody, które mają na celu rozwój wyrobu i procesu produkcyjnego w powiązaniu z wymaganiami klienta. Przykładowo Houshmand i inni [1] przeanalizował problem dostosowania wyrobu oraz organizacji do zmieniających się warunków rynkowych, analizując m.in. problem formułowania celów rozwoju wyrobu. Li et al. [2] zastosował analizę wymagań klienta wg modelu Kano oraz metodę AHP do hierarchizacji wymagań klienta w metodzie QFD. Hsu et al.[3] przedstawił problematykę zarządzania cyklem życia stosując zbiory rozmyte

---

<sup>1</sup> mgr inż., Akademia Techniczno Humanistyczna w Bielsku Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, karolsodzawiczny@o2.pl

<sup>2</sup> dr hab. inż. prof. ATH, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, ipraszkievicz@ath.bielsko.pl

w metodzie QFD do określenia znaczenia poszczególnych cech wyrobu. Fung et.al. [4] opracował model optymalizacji struktury wyrobu, stosując metodę QFD, w której ograniczeniami są ponoszone koszty. Hung et.al. [5] przedstawia metodę QFD wskazując na znaczenie generowanych danych dla potrzeb harmonogramowania prac z zakresu rozwoju wyrobu. Chen et.al. [6] zastosował metodę QFD oraz FMEA jako narzędzia poprawy efektywności zarządzania danymi wyrobu. Fitch et.al. [7] zwrócił uwagę na problematykę projektowania wariantowego wyrobów oraz ich ocenę. Wang et al. [8] opracował procedurę rozwoju wyrobu, w której zastosował zasady metod QFD/TRIZ do identyfikacji charakterystyki wyrobu oraz FMEA do zarządzania ryzykiem wyrobu.

## **2. Analiza wyrobu w oparciu o model KANO**

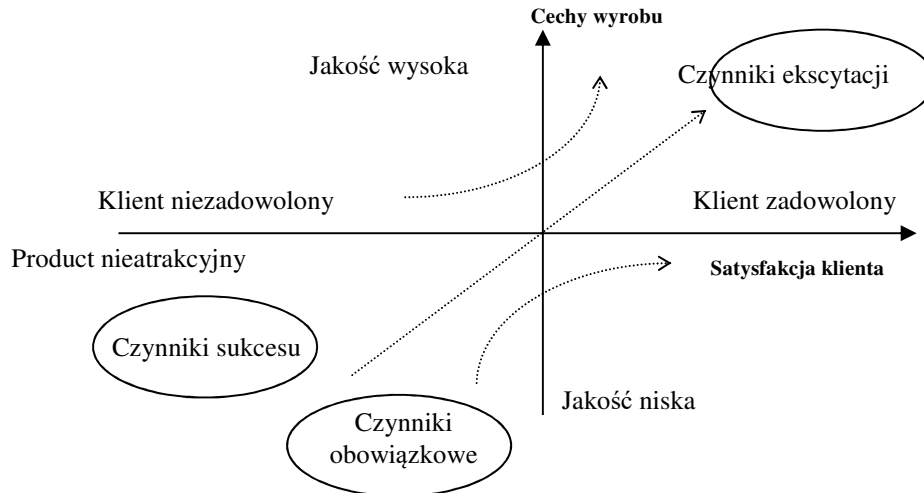
Zrozumienie potrzeb klienta jest jednym z istotnych etapów rozwoju wyrobu. Podejmowanie decyzji dotyczących konfiguracji wyrobu ma na celu określenie cech wyrobu oraz dobranie obiektów konfiguracji (elementów, zespołów, podzespołów) w taki sposób, aby zapewnić satysfakcję klienta uwzględniając zarówno cechy techniczne wyrobu jak i cenę, warunki gwarancji, itd.

Model Kano umożliwia analizę cech wyrobu uwzględniając te, które są najistotniejsze z punktu widzenia oczekiwań klienta (rys.1). Model Kano obejmuje czynniki, które zostały podzielone na następujące grupy [9] [10]:

- czynniki obowiązkowe, które nie powodują wzrostu zadowolenia, ale powodują silne niezadowolenie jeśli nie zostaną spełnione,
- czynniki sukcesu, których wzrost powoduje zwiększenie satysfakcji klienta natomiast ich brak powoduje niezadowolenie,
- czynniki ekscytacji, ich brak nie powoduje niezadowolenia, a występowanie powoduje wzrost zadowolenia,
- czynniki obojętne – cechy, które nie wpływają na zadowolenie klienta,
- pomyłki – cechy, których klient nie traktuje jako istotne, cechy te są zbędne i nie mają żadnego wpływu na poziom jego zadowolenia.

## **3. Analiza ryzyka wyrobu**

Ryzyko zgodne z normą ISO 31000 rozumiane jest jako wpływ niepewności na cele, przy czym wpływ niepewności powoduje odchylenie od oczekiwań – pozytywne lub negatywne. Ryzyko jest określane w odniesieniu do potencjalnych zdarzeń i następstw lub ich kombinacji [11]. Jedną z metod wspomagających zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie jest Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).



Rysunek 1. Model Kano satysfakcji klienta

### 3.1. Metoda FMEA

Kształtując wyrób zgodnie z oczekiwaniami klienta konieczne jest nie tylko zapewnienie odpowiedniej funkcjonalności wyrobu, ale również jego niezawodności. Stąd konieczność stosowania metod zarządzania ryzykiem we wstępnym etapie procesu rozwoju produktu.

Przykładem wykorzystania wiedzy ekspertów w zarządzaniu ryzykiem może być metoda FMEA, która jest uważana za najczęściej stosowaną i najbardziej efektywną metodę analizy wad [12]. Analiza FMEA obejmuje badanie rodzajów niezdatności, jakie mogą wystąpić w każdej części obiektu i określenie wpływu każdego rodzaju niezdatności na inne części obiektu i na wymagane funkcje obiektu [12]. Wyróżnia się FMEA wyrobu/konstrukcji oraz procesu [13].

Metoda FMEA wyrobu/konstrukcji [14] znajduje zastosowanie podczas projektowania wyrobów nowych, adaptowanych lub przeniesieniu wyrobu do nowego środowiska. FMEA wyrobu/konstrukcji przeprowadzana jest podczas wstępnych prac projektowych w celu uzyskania informacji o silnych i słabych punktach wyrobu, które mogą być uzyskane m.in. podczas eksploatacji wyrobów podobnych własnych lub innych producentów [13]. Wady wyrobu mogą dotyczyć m.in. funkcji, które wyrób ma realizować. FMEA procesu jest przeprowadzana w celu rozpoznania czynników, które mogą utrudniać spełnianie wymagań zawartych w specyfikacji konstrukcyjnej lub dezorganizować przebieg procesu wytwarzania [13].

FMEA procesu znajduje zastosowanie w fazie planowania produkcji przy wprowadzaniu nowych wyrobów lub procesów wytwarzania oraz dla usprawniania procesów niestabilnych [14]. Metoda FMEA sprawdza się w różnych warunkach produkcyjnych [13] w warunkach produkcji zarówno jednostkowej jak i seryjnej wszędzie tam gdzie wady wyrobu mogą spowodować straty przedsiębiorstwa.

Poznanie problemów i ich analiza obejmuje czynniki, które wpływają na daną decyzję i osiągnięcie założonego celu. Analiza ryzyka pozwala zidentyfikować określone ryzyko i czynniki je wywołujące. Kluczowe czynniki ryzyka w przygotowaniu produkcji obejmują:

- ryzyko niezdatności wyrobu,
- ryzyko terminu, którego znaczenie sprowadza się do zarządzania odstępstwami czasowymi,
- ryzyko kosztów, które dotyczy ustalenia nieatrakcyjnej ceny.

W metodzie FMEA (tabela 1) hierarchizacja ryzyka odbywa się na podstawie liczby priorytetowej ryzyka  $LPR$ , która jest wyznaczana wg wzoru (1).

$$LPR = P * S * D \quad (1)$$

gdzie:

$P$  – liczba określająca prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia,

$S$  – liczba określająca istotność skutku dla danego uszkodzenia,

$D$  – liczba określająca możliwość wykrycia uszkodzenia.

Tabela 1. Przykładowy formularz analizy FMEA

Zespół	Symptom uszkodzenia	Skutek uszkodzenia	Przyczyna uszkodzenia	Prawdopodobieństwo wystąpienia symptomu P	Wagi skutku uszkodzeń S	Trudności wykrycia uszkodzeń D	Wskaźnik wag skutków uszkodzeń $LPR = P * S * D$	Działania naprawcze, niezbędne środki

Metoda FMEA nie uwzględnia współzależności przyczyn występowania wad. Liczby  $P$ ,  $S$ ,  $D$  przyjmują wartości z zakresu 1-10 i są różnie definiowane w zależności od warunków zastosowania metody. [13], [14].

Zadania zespołu prowadzącego analizę ryzyka wystąpienia uszkodzeń w metodzie FMEA polegają na: określeniu dla danego komponentu wszystkich możliwych uszkodzeń, przypisaniu im miar określających prawdopodobieństwo wystąpienia, wykrycia oraz jego skutek (znaczenie), wyselekcjonowaniu słabych ogniw obiektu.

### 3.2. Udoskonalona metoda FMEA – analiza szans i zagrożeń

Uwzględnienie zarówno szans jak i zagrożeń w analizie ryzyka wyrobu zgodnie z normą ISO 31000 wymaga zmian w dotychczas stosowanej metodzie FMEA.

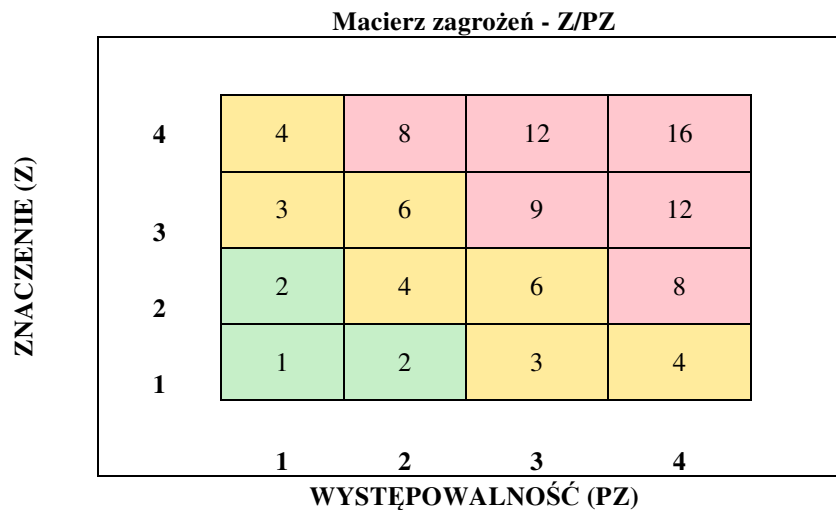
Zapracowano udoskonaloną metodę FMEA stosując analizę zarówno zagrożeń jak i szans [15]. W tab. 2 oraz tab. 3 przedstawiono kryteria oceny takie jak: znaczenie zagrożeń i szans.

Tabela 2. Analiza ryzyka – znaczenie zagrożeń (Z)

Znaczenie (Z)	Kryteria oceny zagrożeń	Punktacja/Nota
Bardzo duże	Bardzo duże niezadowolenie klienta jeżeli wymagania nie będą spełnione	1
Duże	Duże niezadowolenie klienta jeżeli wymagania nie będą spełnione	2
Średnie	Średnie niezadowolenie klienta jeżeli wymagania nie będą spełnione	3
Małe	Małe niezadowolenie klienta jeżeli wymagania nie będą spełnione	4

Tabela 3. Analiza ryzyka – znaczenie szans (S)

Znaczenie (S)	Kryteria oceny szans	Punktacja/Nota
Bardzo duże	Bardzo duże zadowolenie klienta jeżeli wymagania będą spełnione	4
Duże	Duże zadowolenie klienta jeżeli wymagania będą spełnione	3
Średnie	Średnie zadowolenie klienta jeżeli wymagania będą spełnione	2
Małe	Małe zadowolenie klienta jeżeli wymagania będą spełnione	1



Legenda

1-2	Brak konieczności wprowadzania działań
3-6	Należy rozważyć potrzebę wprowadzenia działań
8-16	Należy wprowadzić działania

Rysunek 2. Macierz zagrożeń

**Macierz szans - S/PS**

<b>ZNACZENIE (S)</b>	<b>4</b>	4	8	12	16
	<b>3</b>	3	6	9	12
	<b>2</b>	2	4	6	8
	<b>1</b>	1	2	3	4
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**WYSTĘPOWAŁOŚĆ (PS)**

Legenda

8-16	Należy podjąć działania w celu przyjęcia szansy
3-6	Należy rozważyć potrzebę wprowadzenia działań w celu przyjęcia szansy
1-2	Nie należy podejmować działań w celu przyjęcia szansy

Rysunek 3. Macierz szans

Macierze zagrożeń i szans zawierające prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia (występowalność) oraz znaczenie szans (S) i zagrożeń (Z) oceniane w skali od 1 do 4 zostały przedstawione na rys. 2 oraz rys. 3. Proponowany arkusz analizy ryzyka został przedstawiony w tab. 4.

Tabela 4. Formularz analizy ryzyka wyrobu

Lp.	Czynnik, cecha, funkcja wyrobu klasyfikowana wg modelu Kano	Szansa / zagrożenie							
		Ryzyko – szansa, uzyskana przewaga konkurencyjna	Skutek szansa S	Prawdopodobieństwo szansa ps	ryzyko RS szansa RS=S*PS	Rodzaj ryzyka / symptom uszkodzenia / przyczyna	Skutek zagrożenie Z	Prawdopodobieństwo zagrożenie pz	ryzyko RZ zagrożenie RZ=Z*PZ
						Ryzyko niezdatności wyrobu Ryzyko terminu Ryzyko kosztów Ryzyko wizerunkowe Ryzyko prawne			

#### 4. Przykład

Analizie poddano funkcję samochodu jaką jest możliwość otwierania szyb za pomocą pilota. Określono szanse zwiększające konkurencyjność samochodu uzyskaną dzięki wprowadzonej funkcji oraz określono zagrożenia wiążące się z nieprawidłowym działaniem mechanizmów odpowiedzialnych za realizację analizowanej funkcji. Przykładową analizę przedstawiono w tab. 5.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Powiązanie metody Kano z uproszczoną metodą FMEA pozwala na ocenę ryzyka szans oraz zagrożeń związanych z wprowadzaniem innowacyjnych rozwiązań do wyrobu.

Przedstawiona analiza szans i zagrożeń łączy elementy analizy konkurencyjności wyrobu z analizą stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych prowadzoną pod kątem niezawodności wyrobu.

Kształtowanie wyrobu może być realizowane poprzez dodawanie funkcji do wyrobu biorąc pod uwagę możliwe problemy niezawodnościowe.

Proponowana metodyka pozwala na zastosowanie zapisów normy ISO 31000 w procesie zarządzania ryzykiem wyrobu w aspekcie niezawodności.

Tabela.5. Przykład analizy ryzyka wyrobu

Lp	Czynnik, cecha, funkcja wyrobu klasyfikowana wg modelu Kano	Szansa / zagrożenie							
		Ryzyko – szansa, uzyskana przewaga konkurencyjna	Skutek szansa S	Prawdopodobieństwo szansy ps	ryzyko RS szansa RS=S*PS	Rodzaj ryzyka / symptom uszkodzenia / przyczyna Ryzyko niezdatności wyrobu Ryzyko terminu Ryzyko kosztów Ryzyko wizerunkowe Ryzyko prawne	Skutek zagrożenie Z	Prawdopodobieństwo zagrożenie pz	ryzyko RZ zagrożenie RZ=Z*PZ
1	Otwieranie szyb samochodu z pilota – czynnik sukcesu	Funkcja powoduje możliwość przewietrzenia w upalne dni przed wejściem do samochodu, poprawa konkurencyjności	2	3	6	Uszkodzenie uszczelki szyby tylnej wskutek wysokiej temperatury otoczenia	1	2	2
						Uszkodzenie mechanizmu przesuwającego szybę	1	3	3

**LITERATURA**

1. HOUSHMAND M., JAMSHIDNEZHAD B.: An extended model of design process of lean production systems by means of process variables. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22(2006), 1-16.
2. LI 2010 - LI Y., TANG J., LUO X.: An ECI-based methodology for determining the final importance ratings of customer requirements in MP product improvement. *Expert Systems with Applications*, 37(2010), 6240-6250.
3. HSU C.H., CHANG A.Y., KUO H.M.: Green supply implementation based on fuzzy QFD: an application in GPLM system. *WSEAS Transactions on Systems*, 6(2011)10, 183-192.
4. FUNG R., TANG J., YILIU TU P., CHEN Y.: Modelling of quality function deployment planning with resource allocation. *Research in Engineering Design*, 14(2003), 247 - 255.
5. HUNG H, KAO H, JUANG Y: An integrated information system for product design planning. *Expert Systems with Applications*, 35(2008), 338-349.
6. CHEN S. C., HUANG J. M., YANG C. C., LIN W. T., CHEN R. J.: Failure evaluation and the establishment of an improvement model for product data management introduced to enterprises. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 35(2007), 195-209.
7. FITCH P., COOPER J.: Life cycle modeling for adaptive and variant design. Part 1: Methodology. *Research in Engineering Design*, 15(2005), 216-228
8. WANG C-S, CHANG T-R.: Systematic strategies in design process for innovative product development. *IEEE 17<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2010*.
9. CHUANG PT., CHEN YP. (2013) Applying KANO Model to Exploit Service Quality for the Real Estate Brokering Industry. In: Lin YK., Tsao YC., Lin SW. (eds) *Proceedings of the Institute of Industrial Engineers Asian Conference 2013*. Springer, Singapore.
10. CHAUDHA, A., JAIN, R., SINGH, A.R. et al. *Int J Adv Manuf Technol* (2011) 53: 689. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2867-0>.
11. Risk management 31000. ISO 2018 Swicerland. <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100426.pdf> dostęp 12.09.2019.
12. NOWAKOWSKI T.: *Metodyka prognozowania niezawodności obiektów mechanicznych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1999.
13. HAMROL A., MANTURA W.: *Zarządzanie jakością, teoria i praktyka*. PWN. Warszawa-Poznań 1998.
14. ŁUCZAK J., MATUSZAK-FLEJSZMAN A.: *Metody i techniki zarządzania jakością*. Quality Press. Poznań 2007.
15. SODZAWICZNY K.: *Metodyka identyfikacji ryzyka na wybranych stanowiskach produkcyjnych i administracyjnych*. praca dyplomowa, ATH, Bielsko-Biała, 2019.