

*Janusz Niezgoda*

**Katedra Statystyki**

# Ocena kosztów w procesie kreowania jakości typu z wykorzystaniem metody QFD

## 1. Wprowadzenie

Koszty ponoszone przez konsumentów związane z zakupem i użytkowaniem produktu zależą od wielu czynników, m.in. od jakości produktu. Jakość jest kreowana już na etapie projektowania wyrobu i procesów służących do jego wytworzenia lub dalszej obsługi. Powoduje to konieczność zwrócenia uwagi na koszty projektu wyrobu, jego prototypu, jak również koszty wytworzenia jednostki produktu przeznaczonego do realizacji w procesie produkcyjnym (zob. [Jarugowa, Nowak, Szychta 1996], [Nowak 1996], [Nowak, Piechota, Wierziński 2004]).

## 2. Jakość produktu

Jakość produktu jest definiowana jako ogół własności obiektu wiążący się z jego zdolnością do zaspokojenia potrzeb stwierdzonych lub oczekiwanych [Iwasiewicz 1990], [PN-ISO 8402]. Wyróżnia się jakość techniczną i jakość marketingową.

Jakość techniczna produktu posiada dwie składowe:

- jakość typu, nazywana też jakością projektu lub prototypu, jest relacją pomiędzy zbiorem właściwości użytkowych i technicznych, który został przewidziany w projekcie produktu albo zrealizowany w prototypie, a agregatem potrzeb, które projektowany produkt ma zaspokajać,
- jakość wykonania – identyfikuje się ją ze stopniem zgodności wyrobu z wymaganiami projektu.

Ponieważ celem niniejszego opracowania jest ocena kosztów jakości typu, pojęcia jakości wykonania i jakości marketingowej nie będą omawiane.

### 3. Cykl życia produktu

Zadaniem każdego przedsiębiorstwa jest ciągle wprowadzanie na rynek nowych produktów i udoskonalanie już istniejących. Jest ono realizowane w tzw. cyklu życia (istnienia) produktu [Juran, Gryna 1993], [Hamrol, Mantura 1999]. Cykl składa się z pięciu faz:

- 1) przygotowanie produkcji,
- 2) produkcja,
- 3) dystrybucja,
- 4) eksploatacja,
- 5) likwidacja.

W fazie pierwszej kreowana jest jakość typu, w drugiej realizowana jest jakość wykonania, natomiast fazy trzecia, czwarta i piąta oddają jakość marketingową danego wyrobu. Metoda QFD (*Quality Function Deployment*) znajduje zastosowanie we wszystkich fazach cyklu życia produktu.

### 4. Opis metody QFD

Twórcą metody *Quality Function Deployment* (rozwijanie funkcji jakości) i Instytutu o tej samej nazwie, byli – na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego stulecia – Shigeru Mizuno i Yoji Akao. Po raz pierwszy wykorzystano tę metodę w 1972 r. w stoczni Mitsubishi w Kobe, a szersze zastosowanie znalazła ona w latach osiemdziesiątych XX w. Do przedsiębiorstw przodujących w jej wdrażaniu należy zaliczyć m.in. takie firmy, jak Toyota, Ford, General Motors, Hewlett-Packard, AT&T.

QFD jest metodą wieloetapowego rozwijania funkcji jakości projektowanego produktu, poprzez odpowiednie przetwarzanie i prezentację informacji marketingowych i technicznych, pozwalającą na jednoczesne uwzględnienie zarówno wymagań i oczekiwań klientów, jak i parametrów technicznych danego wyrobu. Można powiedzieć, że umożliwia ona przetłumaczenie wymagań i oczekiwań klientów na techniczny opis produktu.

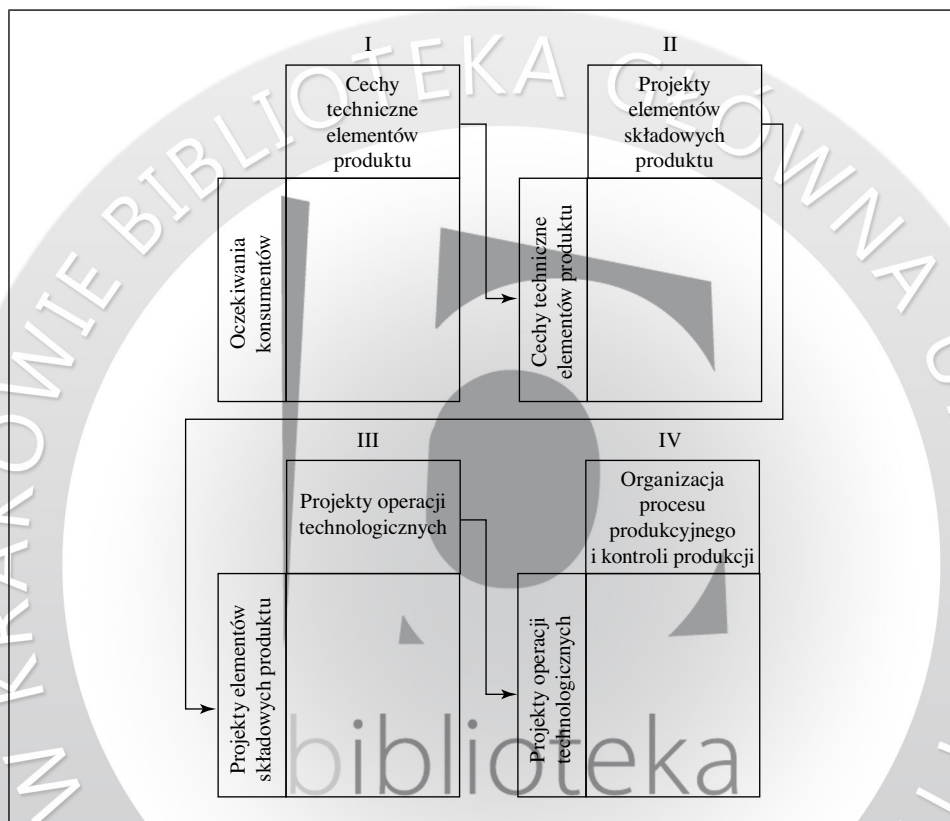
W procedurze tej wyróżnia się cztery etapy, pokazane schematycznie na rys. 1, a mianowicie:

I. Etap inżynierii wstępnej, polegający na wykryciu i ocenie powiązań występujących między wymaganiami klientów a właściwościami technicznymi produktu.

II. Etap inżynierii elementów składowych, którego zadaniem jest określenie, na podstawie parametrów technicznych, charakterystyk poszczególnych podzespołów projektowanego wyrobu.

III. Etap inżynierii operacji technologicznych, mający za zadanie zaprojektowanie operacji technologicznych realizujących poszczególne części produktu.

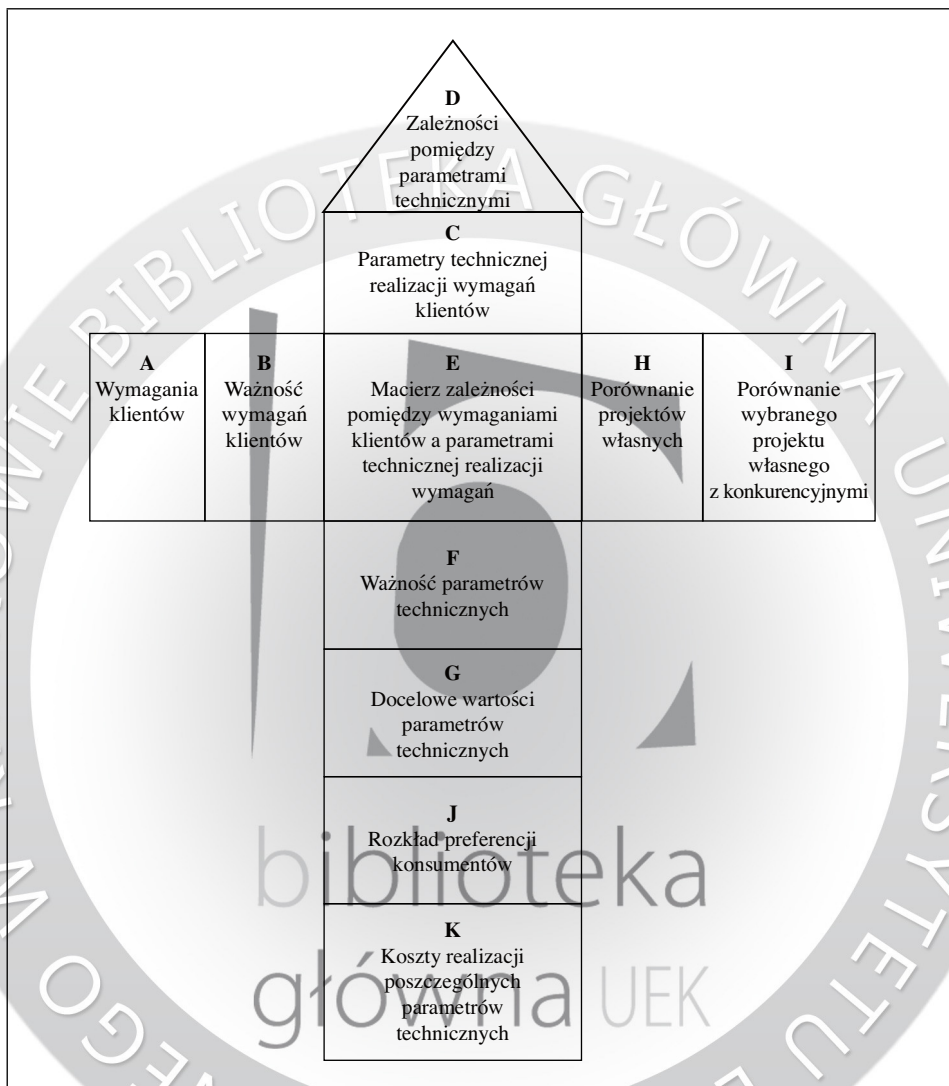
IV. Etap inżynierii procesu produkcyjnego, który obejmuje organizację procesu produkcji wraz z procedurami kontroli jakości.



Rys. 1. Metoda etapowego rozwijania funkcji jakości

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Dahlgard, Kristensen, Kanji 2002], [Hamrol, Mantura 1999], [Nowak 1997].

Są to ogólnie przyjęte etapy postępowania w procesie projektowania technicznego, a nie tylko w metodzie QFD. O specyfice omawianej metody stanowią procedury prezentowania rozwiązań cząstkowych (etapowych). Wykorzystuje się do tego celu diagramy o strukturze przedstawionej schematycznie na rys. 2. Ze względu na kształt diagramy te określane są mianem „domu jakości” (*house of quality*) (zob. [Stobiecka 1997]). „Dom jakości” jest narzędziem wykorzystywanym we wszystkich fazach QFD. Należy zaznaczyć, że w zależności od potrzeb, jakie zostały określone w danym zadaniu, i możliwości jego realizacji, kształt i wielkość „domu jakości” mogą być różne. Na rys. 2 przedstawiono postać, jaka



Rys. 2. Schemat „domu jakości”

Źródło: opracowanie własne.

może być zastosowana w etapie I rozwinięcia funkcji jakości. Wówczas może on składać się z następujących elementów:

**A.** Wymagania klientów – zawiera opis cech, jakie powinien spełniać produkt lub usługa.

**B.** Rozkład preferencji klientów (ważności wymagań) – określa, którym cechem odbiorca przypisuje większe znaczenie.

**C.** Parametry technicznej realizacji wymagań klientów – projekt wyrobu opisywany jest z punktu widzenia projektanta.

**D.** Zależności pomiędzy parametrami technicznymi – charakteryzuje oddziaływanie występujące pomiędzy poszczególnymi własnościami projektu wyrobu; pozwala m.in. na wykrywanie sytuacji, w których wzmocnienie jednej cechy powoduje osłabienie innej.

**E.** Macierz zależności pomiędzy wymaganiami klientów a parametrami technicznej realizacji wymagań – ma postać wykresu macierzowego [Dahlgard, Kristensen, Kanji 2002] pozwalającego na opis związków pomiędzy polami **A** i **C**.

**F.** Ważność parametrów technicznych – pozwala na identyfikację istotnych problemów technicznych.

**G.** Docelowe wartości parametrów technicznych.

**H.** Porównanie pomiędzy projektami własnymi – zawiera parametry poszczególnych projektów, co ułatwia wybór najkorzystniejszego wariantu.

**I.** Porównanie wybranego projektu własnego z konkurencyjnymi.

**J.** Rozkład preferencji konsumentów – zawiera prawdopodobieństwa wyboru poszczególnych opcji przez konsumentów.

**K.** Koszty realizacji poszczególnych parametrów technicznych – jest macierzą zawierającą koszty technicznej realizacji poszczególnych wymagań klientów; razem z polami **H** i **I** ułatwia wybór odpowiedniego projektu.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że etapy I i II rozwinięcia funkcji jakości służą realizacji jakości typu, etapy III i IV zaś – jakości wykonania.

## 5. Koszt jakości typu

Jakość typu jest utożsamiana z jakością prototypu, stąd koszty, które określa się jako koszty jakości typu, obejmują wszelkie wydatki związane z realizacją prototypu danego produktu. W ich skład m.in. wchodzi koszty:

- badań rynku w części dotyczącej preferencji konsumentów,
- opracowania projektów,
- przygotowania prototypów,
- badań prototypów u producenta,
- badań prototypów przez wyspecjalizowane ośrodki badawcze.

Ze względu na konieczność określenia ceny projektowanego wyrobu należy przeprowadzić kalkulację umożliwiającą wyznaczenie jednostkowego kosztu jakości typu, odnoszącego się do jednostki produktu przeznaczonego do realizacji, spełniającego wymagania określone w projekcie. W tym celu należy dokonać kalkulacji kosztów, która uwzględni poszczególne wersje projektu. Sposób ich szacowania zaprezentowano w tabeli 1, która jest rozbudowaną macierzą **K** „domu jakości”

(rys. 2). Wiersze tabeli 1 zawierają jednostkowe koszty realizacji poszczególnych opcji produktu ( $c_{o,j,i}$ ), pozostałe koszty jednostkowe niezależne od konfiguracji wyrobu ( $c_o$ ) oraz łączny koszt jednostkowy typu  $j$ -tej konfiguracji ( $c_{o,j}$ ).

Tabela 1. Kalkulacja jednostkowych kosztów jakości typu

Konfiguracje	Jednostkowe koszty technicznej realizacji poszczególnych wymagań klientów						Pozostałe koszty jednostkowe niezależne od konfiguracji	Łączny koszt jednostkowy typu dla $j$ -tej konfiguracji
	1	2	...	$i$	...	$n$		
1	$c_{o,1,1}$	$c_{o,1,2}$	...	$c_{o,1,i}$	...	$c_{o,1,n}$	$c_o$	$c_{o,1}$
2	$c_{o,2,1}$	$c_{o,2,2}$	...	$c_{o,2,i}$	...	$c_{o,2,n}$	$c_o$	$c_{o,2}$
:	:	:		:		:	:	:
$j$	$c_{o,j,1}$	$c_{o,j,2}$	...	$c_{o,j,i}$	...	$c_{o,j,n}$	$c_o$	$c_{o,j}$
:	:	:		:		:	:	:

Źródło: opracowanie własne.

Wielkość  $c_{o,j}$  wyznacza się ze wzoru:

$$c_{o,j} = c_o + \sum_{i=1}^n c_{o,j,i} \quad (1)$$

Warto zaznaczyć, że  $c_o$  i  $c_{o,j,i}$  są na poziomie jednostki produktu kosztami stałymi.

## 6. Przykład kalkulacji jednostkowych kosztów jakości typu

W zaprezentowanym przykładzie wykorzystano metodę QFD do kalkulacji jednostkowych kosztów typu butów ochronnych. Zgodnie z metodologią QFD w pierwszej kolejności ustalono wymagania klientów. Stanowią one macierz **A** na rys. 2 i 3, gdzie są oznaczone jako punkty od 1.1 do 1.7.

Wymagania klientów:

- 1.1. Zabezpieczają palce przed uderzeniami.
- 1.2. Zabezpieczają stopy przed przebicciem.
- 1.3. Zabezpieczają stopy przed poparzeniem gorącymi odpryskami metalu.
- 1.4. Są olejoodporne.
- 1.5. Posiadają podeszwę przeciwpoślizgową.
- 1.6. Zapewniają komfort użytkowania.
- 1.7. Są wytrzymałe na rozdarcie.

Na podstawie wymagań klientów wyprowadzono cechy projektu. Stanowią one macierz **C** na rys. 2 i 3. Określono również zależności między poszczególnymi wymaganiami a ich realizacjami (macierz zależności **E**).

Cechy wyprowadzone na podstawie wymagań klienta:

2.1.1. Metalowe ochrony palców stóp.

2.1.2. Plastikowe ochrony palców stóp.

2.2. Metalowa wkładka zabezpieczająca przed przebicciem.

2.3.1. Wykonanie ze skór bydlęcych w wyprawie termoodpornej.

2.3.2. Język miechowy.

2.3.3. Język zewnętrzny.

2.3.4. Kołnierz.

2.4. Podeszwa z PU.

2.5. Podeszwa z PU z urzeźbieniem przeciwpoślizgowym.

2.6.1. Tęgość H.

2.6.2. Podeszwa przyszywy wykonana z włókniny zabezpiecza przed uwierianiem ochron stalowych palców.

2.6.3. Podpodeszwy wykonane z wtórnej skóry.

2.6.4. Wyściółka wymienna z włókniny.

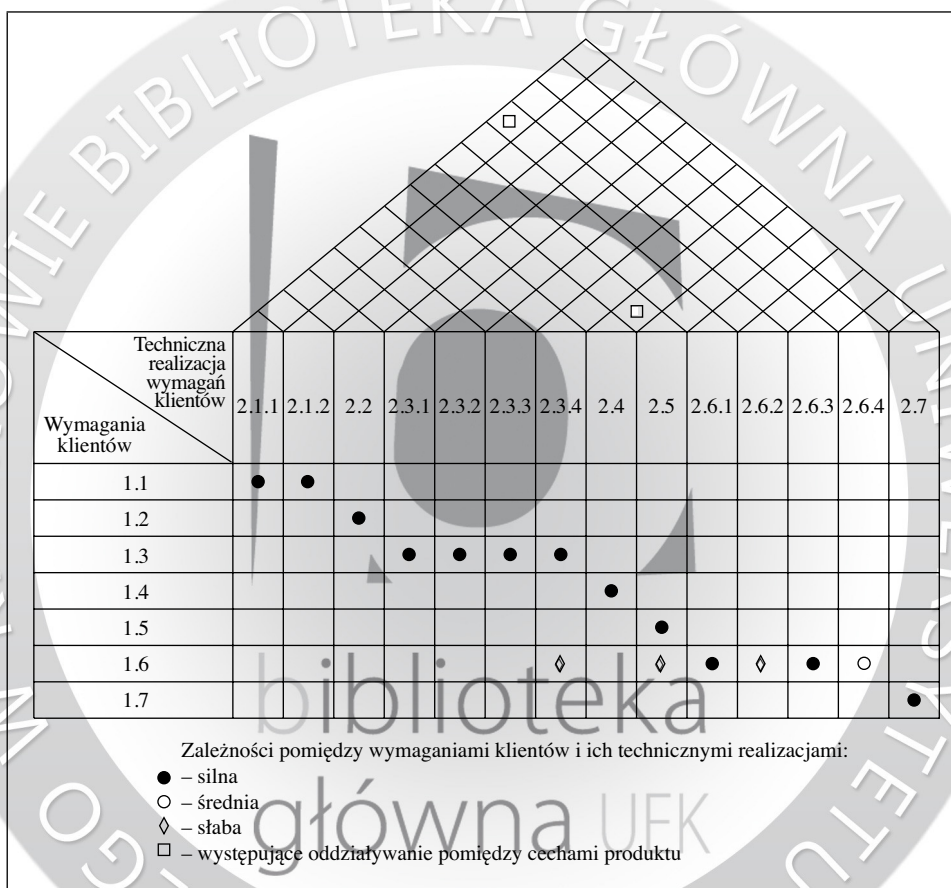
2.7. Cholewka przyklejona i przyszyta do podeszwy.

Po określeniu sposobu technicznej realizacji poszczególnych elementów obuwia przystąpiono do szacowania jednostkowych kosztów realizacji poszczególnych wymagań klientów. Tabela 2, będąca macierzą **K** „domu jakości”, zawiera jednostkowe koszty realizacji poszczególnych opcji produktu oraz jednostkowe koszty typu brane pod uwagę w procesie decyzyjnym. Pozycje 2.3.1, 2.4, 2.5, 2.6.1, 2.7 nie zawierają danych, ponieważ koszty związane z ich realizacjami są uwzględnione w kolumnie zawierającej pozostałe koszty jednostkowe niezależne od konfiguracji.

Przeprowadzenie kalkulacji kosztów w układzie przedstawionym w tabeli 2, a także wykorzystanie macierzy **B**, **H**, **I** oraz **J** (rys. 2) pozwala na wybranie takiej konfiguracji prototypu, która daje największe możliwości zaspokojenia wymagań możliwie dużej liczby klientów. Pozwala również na rozplanowanie wolumenów produkcji poszczególnych konfiguracji wyrobu, w przypadku gdy wytwórca zamierza dostosowywać produkt do wybranych grup odbiorców.

Przyjmując, że element **J** „domu jakości” ma postać przedstawioną w tabeli 3, istnieje możliwość szacowania struktury asortymentowej produkcji poszczególnych konfiguracji butów ochronnych. Rozważając rozpatrywany przykład można zauważyć, że produkcja butów ochronnych nieposiadających kołnierza ochronnego jest bezcelowa, gdyż klienci nie zamawiają takiego wyrobu. Na podstawie tabeli 3 można stwierdzić, że przy ustalaniu wielkości produkcji rozpatrzeć należy jedynie konfiguracje 1 i 2 oraz 6 i 8. Z tabeli wynika również, że 18% butów powinno być

wyposażonych w stalowe noski ochronne, 12% w stalowe wkładki zabezpieczające przed przebicciem i tylko 8% w język miechowy. Ostatnia kolumna tabeli 2, zawierająca łączny jednostkowy koszt  $j$ -tej konfiguracji, umożliwia wyznaczenie kosztu całkowitego wytworzenia produktu.



Rys. 3. „Dom jakości” dla butów ochronnych

Źródło: opracowanie własne.

Rozważana metoda kalkulacji kosztów jakości typu została opracowana w celu estymacji wymienionych kosztów dla różnych konfiguracji projektowanego produktu. Ma to duże znaczenie w przypadku, gdy możliwe są różne konfiguracje wyrobu, a sektor danego rynku jest skierowany na dany produkt tej samej klasy, ale zróżnicowany pod względem opcji jego wyposażenia. W połączeniu z rozkładem preferencji konsumenckich pozwala to na uniknięcie produkcji wyrobów



nietrafiionych, a tym samym redukcję strat finansowych, jak również zachowanie dobrego wizerunku firmy.

Tabela 2. Kalkulacja jednostkowych kosztów jakości typu butów ochronnych

	Jednostkowe koszty technicznej realizacji poszczególnych wymagań klientów													Pozostałe koszty jednostkowe niezależne od konfiguracji	Łączny koszt jednostkowy typu dla j-tej konfiguracji		
	2.1.1	2.1.2	2.2	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.4	2.5	2.6.1	2.6.2	2.6.3	2.6.4			2.7	
Konfiguracje	1	2,98		1,53		1,64	3,38	7,75				2,25	0,40	1,00		13,38	34,31
	2	2,98		1,53			3,38	7,75				2,25	0,40	1,00		13,38	32,67
	3	2,98		1,53		1,64	3,38	7,75				2,25	0,40	1,00		13,38	26,56
	4	2,98				1,64	3,38	7,75				2,25	0,40	1,00		13,38	32,78
	5	2,98					3,38	7,75				2,25	0,40	1,00		13,38	31,14
	6		0,57	1,53		1,64	3,38	7,75				0,40	1,00		13,38	29,65	
	7		0,57	1,53		1,64	3,38					0,40	1,00		13,38	18,52	
	8		0,57				3,38	7,75				0,40	1,00		13,38	23,10	

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Rozkład preferencji konsumenckich

Wyszczególnienie	2.1.1	2.1.2	2.2	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.4	2.5	2.6.1	2.6.2	2.6.3	2.6.4	2.7
Prawdopodobieństwo zamówienia opcji	0,18	0,82	0,12	1,00	0,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,18	1,00	1,00	1,00
Prawdopodobieństwo niezamówienia opcji	0,82	0,18	0,88	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00

Źródło: opracowanie własne.

## Literatura

- Dahlgaard J.J., Kristensen K., Kanji G.A. [2002], *Podstawy zarządzania jakością*, PWN, Warszawa.
- Hamrol A., Mantura W. [1999], *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Poznań.
- Iwasiewicz A. [1990], *Zarządzanie jakością. Podstawowe problemy i metody*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Kraków.
- Jarugowa A., Nowak W., Szycha A. [1996], *Rachunkowość zarządcza w procesach sterowania jakością*, SKwP, Warszawa.
- Juran J.M., Gryna F.M. [1993], *Quality Planing and Analysis. From Product Development to Use*, 3 ed., McGraw-Hill, New York.
- Nowak E., Piechota R., Wierzbński M. [2004], *Rachunek kosztów w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa.
- Nowak W.A. [1996], *Rachunkowość zarządcza w procesach sterowania jakością*, Zeszyty Teoretyczne Rady Naukowej SKwP, nr 34.
- Nowak W.A. [1997], *Rachunkowość a zarządzanie jakością*, „Rachunkowość”, nr 62.
- PN-ISO 8402. 1996. Zarządzanie jakością i zapewnienie jakości. Terminologia.
- Stobiecka J. [1997], *Kryteria oceny jakości wyrobów w świetle metody QFD*, Zeszyty Naukowe AE w Krakowie, Kraków, nr 494.

### **Assessment of Costs in the Process of Creating Design Quality Using the Quality Function Deployment Method**

The costs borne by consumers in regard to the purchase and use of a product depend on a series of factors, including the quality of the product. Quality is already created at the product design stage and at the stage of processes whose purpose it is to create or further service the product. This makes it necessary to pay close attention to costs of the product design, its prototype, and also costs of creating a unit of the product destined for production. In this article, the author presents a methodology using the Quality Function Deployment (QFD) method developed in Japan for creating design quality. Next, he presents a matrix of the costs of creating individual technical parameters whose purpose is to assess the total unit cost of the design. He illustrates the presented methodology with an example of a design for protective footwear.