

ZN WSH Zarządzanie 2017 (4), s. 297-313

Studium przypadku **Case Study**

Data wpływu/Received: 10.05.2017

Data recenzji/Accepted: 25.07.2017/30.08.2017

Data publikacji/Published: 30.09.2018

Źródła finansowania publikacji: badania statutowe

DOI: 10.5604/01.3001.0013.0070

Authors' Contribution:

- (A) Study Design (projekt badania)
- (B) Data Collection (zbieranie danych)
- (C) Statistical Analysis (analiza statystyczna)
- (D) Data Interpretation (interpretacja danych)
- (E) Manuscript Preparation (redagowanie opracowania)
- (F) Literature Search (badania literaturowe)

dr inż. Andrzej Jamróz ^{A B D}

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Wydział Zarządzania

Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem

PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE METODY QFD DO DOSKONALENIA JAKOŚCI PRODUKTU

PRACTICAL QFD METHOD APPLICATION IN PRODUCT QUALITY IMPROVEMENT

Streszczenie: W artykule przedstawiono metodę QFD, genezę jej powstania oraz możliwości i zakres zastosowania. Posłużyła ona do przeprowadzenia analizy produktu, którym był budynek mieszkalny jednorodzinny z garażem na samochód osobowy. Analiza została oparta na konkretnym zadaniu przygotowywanym dla firmy deweloperskiej na potrzeby

rynku. Celem artykułu było wykazanie, że dzięki metodzie QFD, wykorzystywanej na etapie projektowania wyrobu, można zaplanować, w jaki sposób stworzyć, poprawić elementy budynku, tak aby w pełni zadowolić potencjalnego klienta, zaspokoić jego potrzeby i oczekiwania. Podobne opracowania można tworzyć dla różnych innych podobnych przypadków, również dla dużych osiedli mieszkaniowych.

Słowa kluczowe: QFD, jakość, dom jakości, produkt, klient

Abstract: QFD method is presented in this article along with its origin and possibilities as well as its scope of application. The method was used to test the product which was a single-family house with one-car garage. The test was based on a specific task prepared for developer company for the needs of the market. Thanks to QFD method, used at the stage of product designing, it is possible to plan, build and correct some elements of the building in order to meet all needs and expectations of the potential client. Similar studies including many different cases, but referring to large housing estates may also be conducted.

Keywords: QFD, quality, quality house, product, customer

Wstęp

Celem większości firm działających w różnych branżach jest osiągnięcie możliwie największego zysku. Zwiększenie wielkości produkcji to niewystarczający sposób na wzbogacenie się. Mimo że z inżynierskiego punktu widzenia wyrób wykonany jest poprawnie, produkcja może okazać się chybiona. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest brak akceptacji ze strony rynku. Dlatego tak ważne są zadowolenie konsumenta oraz spełnienie jego oczekiwań. To kupujący stawia warunki, aby jego pragnienia, wyobrażenia dotyczące produktu zostały urzeczywistnione. Firmy nieustannie konkurują ze sobą, aby pozyskać nowych i utrzymać dotychczasowych klientów. Nadmiar produktów na rynku sprawia, że coraz trudniej wyróżnić swój towar lub usługę. Wzrost liczby zaufanych klientów to zasługa ciągłego doskonalenia i poprawy jakości oferowanych dóbr. Z tego powodu kluczowym zagadnieniem we współczesnym konkurencyjnym świecie jest szeroko pojęta jakość.

Głównym celem niniejszego opracowania jest prezentacja metody QFD oraz zastosowanie jej w praktyce zarządzania jakością do analizy konkretnego produktu, jakim jest dom jednorodzinny.

1. Istota metody QFD

Metoda QFD (ang. Quality Function Deployment), rozwinięcia funkcji jakości, zwana jest również metodą „domu jakości” ze względu na wygląd wykorzystywanego w niej diagramu. Twórcą konwencji rozwijania funkcji jakości byli Shigeru Mizuno i Yoji Akao. Opracowana została na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesią-

tych XX wieku, a po raz pierwszy wykorzystana w 1972 roku w stoczni Mitsubishi w Kobe. W latach osiemdziesiątych zaczęto wdrażać metodę QFD na szerszą skalę, między innymi w takich firmach jak Toyota, Ford, General Motors, Hewlett-Pacard.

Metoda „dom jakości” obejmuje proces informacyjny, w skład którego wchodzi gromadzenie, przetwarzanie i prezentowanie informacji marketingowych i technicznych. Pozwala na jednoczesne uwzględnienie zarówno wymagań i oczekiwań klientów, jak i parametrów technicznych danego wyrobu. Celem koncepcji QFD jest przełożenie informacji o wymaganiach konsumentów, dotyczących danego produktu, na opis techniczny (parametry), z którego korzystają projektanci wyrobu. QFD ma za zadanie odpowiedzieć przedsiębiorstwu na następujące pytania: „Czego oczekuje klient?”, „Jak powinny zostać przełożone jego wymagania na język techniczny?”¹. Dlatego należy dokonać podziału na dwa rodzaje informacji, które są równie istotne, wzajemnie się uzupełniają, ale ich charakter może powodować konflikty. Pierwszy rodzaj informacji to informacje marketingowe, do których możemy zaliczyć: zdefiniowanie wymagań klientów, identyfikacja ważności wymagań wg klientów, porównanie produktu własnego z produktami konkurencyjnymi. Drugi rodzaj to informacje techniczne: parametry ściśle techniczne wyrobu, ważność parametrów technicznych, docelowa wartość cech produktu, wskaźniki technicznej trudności wykonania. Jednocześnie taka informacja jak zależności pomiędzy wymaganiami klientów a parametrami technicznymi bardzo często muszą prowadzić do kompromisu.

Zakres stosowania metody QFD w cyklu życia wyrobów obejmuje następujące fazy: marketing i badanie rynku, projektowanie wyrobu, projektowanie procesów oraz produkcję. Etap projektowania jest szczególnie istotny z uwagi na to, że poprzedza wytwarzanie (realizację usługi). Większość defektów wykrywanych w trakcie produkcji lub eksploatacji produktu dotyczy błędów popełnionych w trakcie tworzenia projektów. Usuwanie wad jest tym bardziej kosztowne, im dalej od fazy, w której popełniono błąd. Dlatego tak ważną rolę odgrywa poprawne zaprojektowanie wyrobu. Aby zapobiec ponoszeniu strat, związanych z niewłaściwym planowaniem produktu, należy zwrócić szczególną uwagę właśnie na ten etap. Bardzo pomocna okazuje się metoda QFD, która wychodzi naprzeciw problemom, wyłaniającym się w trakcie projektowania. Jednym z nich może być bariera komunikacyjna pomiędzy działami marketingu, projektowania, produkcji i zaopatrzenia. Wiąże się ona z postrzeganiem działów jako osobnych komórek, niemających na siebie wpływu. Ludzie zajmujący się daną dziedziną wykonują swoje obowiązki, przysyłają wyniki swojej pracy do kolejnego działu. Nie zastanawiają się przy tym, czy przekazane przez nich informacje zostaną w poprawny sposób zinterpretowane i wykorzystane w kolejnych etapach tworzenia wyrobu. Wykorzystanie metody QFD, której zadaniem jest przetworzenie informacji marketingowych na język

¹ J.J. Dahlgaard, K. Kristensen, G.K. Kanji, *Podstawy zarządzania jakością*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 16.

techniczny, umożliwia prawidłowy przepływ informacji. Projektanci, a następnie wykonawcy wyrobu mogą w łatwy sposób odczytać parametry określające wyrób, który mają wykonać. Własności te są jednoznaczne, możliwe do uzyskania i niepodlegające indywidualnym interpretacjom. W klasycznym modelu nie występuje współpraca między działami. Każdy z nich tworzy odrębną, niezależną jednostkę. Prowadzi to do utrudnienia komunikacji i późnego wykrywania wad w produktach. Ciągłe przekazywanie danych pomiędzy sektorami jest cechą systemu, którego elementy współdziałają ze sobą. Umożliwia to spełnienie wymagań rynku po niższych kosztach i w krótszym czasie².

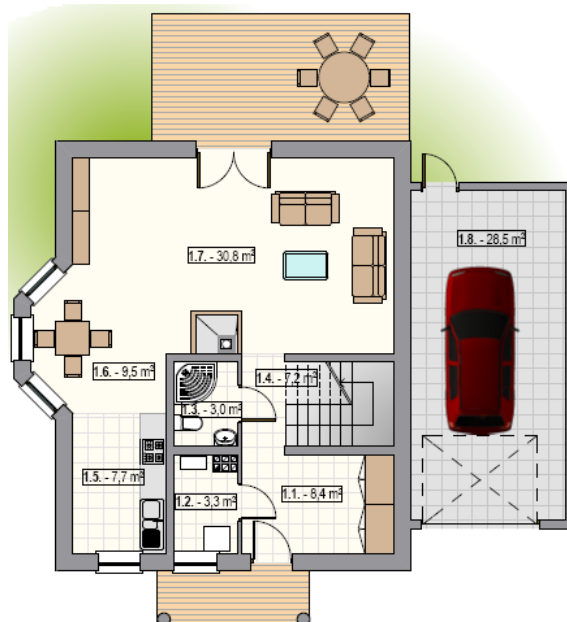
2. Dom jednorodzinny jako przedmiot analizy

Przedmiotem analizy jest budynek mieszkalny jednorodzinny z garażem na samochód osobowy. Planowana inwestycja to obiekt wolnostojący, parterowy, niepodpiwniczony z poddaszem użytkowym. Inwestorem jest firma deweloperska, świadcząca usługi sprzedaży gotowych domów wraz z działką. Powierzchnia użytkowa realizowanych budynków mieści się w przedziale 120m²–180m². Na całość składają się elementy, takie jak: część wejściowa do budynku – przedsionek, hol i pomieszczenie gospodarcze, część dzienna – przedpokój ze schodami na poddasze, pokój dzienny z wyjściem na taras rekreacyjny, kuchnia z jadalnią. Część sypialna to od jednego do dwóch pokoi wraz z łazienką na parterze oraz dwa lub trzy pokoje, łazienka i garderoba na poddaszu dostępnym wewnętrznymi schodami. Wizualizację rozkładu pomieszczeń na parterze oraz poddaszu użytkowym zaprezentowano na rysunkach nr 1 oraz 2. Wizualizację zewnętrzną budynku przedstawia rysunek nr 3.

² A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

Rysunek 1. Wizualizacja parteru

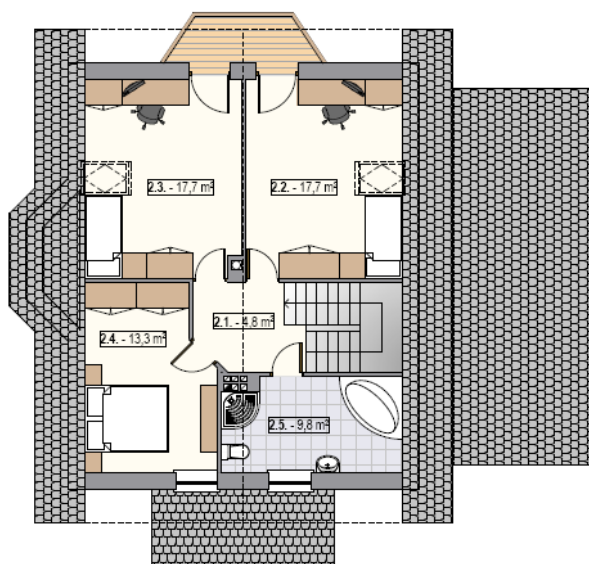
Figure 1. Ground floor visualization



Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji technicznej.

Rysunek 2. Wizualizacja poddasza

Figure 2. Attic visualization



Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji technicznej.

Rysunek 3. Wizualizacja zewnętrzna przykładowego budynku

Figure 3. The example of exterior building visualization



Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji technicznej.

Dzięki metodzie QFD, wykorzystywanej na etapie projektowania wyrobu, można zaplanować, w jaki sposób stworzyć, poprawić elementy budynku, tak aby w pełni zadowolili potencjalnego klienta, zaspokoić jego potrzeby, a zarazem ukryte pragnienia.

2.1. Opracowanie listy wymagań klienta z odpowiadającą rangą ważności

Informacje o wymaganiach dotyczących domu jednorodzinnego pozyskano od 25-osobowej grupy osób metodą wywiadu indywidualnego. Adresatom zadano pytanie o następującym brzmieniu: Proszę podać wymagania (oczekiwane cechy), które Twoim zdaniem powinien spełniać idealny dom jednorodzinny, w którym chciałbyś zamieszkać.

Wśród ankietowanych były zarówno młode pary z dziećmi, jak i małżeństwa planujące przeprowadzkę do nowego miejsca zamieszkania z bloku lub z domu. Grupa ankietowanych była stosunkowo niewielka. Mimo to można zauważyć podobieństwo w odpowiedziach. Dla celów analizy była to wystarczająco reprezentatywna grupa osób, ponieważ każda z nich planowała budowę lub zastanawiała się nad zakupem domu jednorodzinnego. Można też przyjąć, że byli oni potencjalnymi klientami omawianej firmy deweloperskiej.

Po zebraniu wymagań klientów dokonano selekcji i wybrano te, które powtarzają się najczęściej lub są do siebie zbliżone. Oczekiwania występujące sporadycznie,

uznane za nieistotne lub niezrozumiałe sformułowane, odrzucono z listy. Zaakceptowane wskazania połączono w tematyczne grupy dotyczące podobnych zagadnień, takich jak: działka, architektura, roboty budowlane, wnętrza, estetyka, eksploatacja.

Różna może być reakcja klientów na spełnienie ich wymagań. Niektóre z nich są dla nich tak oczywiste, że nie wymieniają ich w ankiecie. Orientują się o ich istnieniu dopiero wtedy, gdy zabraknie ich odzwierciedlenia w produkcie. Odczuwają wtedy duże niezadowolenie, a nawet frustrację. Wymagania te powinny być, w sposób niepodważalny, uwzględnione w projekcie wyrobu. W przypadku domu należą do nich:

- dostęp do podstawowych mediów, takich jak: woda, prąd, gaz,
- odprowadzenie ścieków,
- dostęp do drogi publicznej,
- spełnienie wymagań stawianych przez obowiązujące prawo: pozwolenie na użytkowanie, zgodność z normami.

Kolejny rodzaj wymagań wiąże się z usatysfakcjonowaniem konsumenta, poprzez wykonanie wyrobu z pożądanymi przez niego cechami. Sformułowanie tych oczekiwań nastąpiło w trakcie przeprowadzania wywiadu z potencjalnymi klientami. Przedstawiono je w tabeli nr 1. Aby utrzymać lub polepszyć swoją pozycję na rynku, przedsiębiorstwo, projektując obiekt, powinno kierować się właśnie tymi spostrzeżeniami. W celu pozyskania jak największej rzeszy klientów, firma powinna tworzyć wyrób, którego dodatkowe cechy, elementy są innowacyjne oraz wzbudzają zachwyt i zaskoczenie.

Wskazane przez klientów cechy mają dla nich różne znaczenie. Uważają, że niektóre z nich muszą być kategorycznie uwzględnione, natomiast inne mają dla nich znaczenie życzeniowe. Dlatego też przy formułowaniu pytania poproszono ankietowanych o określenie ważności każdego z wymagań. Ustalono następującą skalę: 5 – wymaganie bardzo ważne, 3 – wymaganie istotne, 1 – wymaganie mało istotne. Rangę bazową dla każdego wymagania ustalono na podstawie wartości najczęściej deklarowanej przez respondentów dla danego wymagania. Wynikiem etapu analizy ważności wymagań klienta jest przypisanie poszczególnym cechom współczynników ważności.

Tabela 1. Wymagania klientów z przyporządkowanymi rangami ważności
 Table 1. Customer's requirements for assigned rank importance

Wymagania klientów		Ważność
działka	Lokalizacja	5
	Otoczenie	5
	Powierzchnia działki	3
	Zagospodarowanie działki	3
architektura	Powierzchnia domu	3
	Ilość pokoiów (tarasów, garaży)	5
	Funkcjonalność domu	5
	Kształt budynku	3
Roboty budowlane	Solidne i trwałe materiały	5
	Standard wykończenia	3
	Brak defektów	5
Wnętrza, estetyka	Komfortowa temp. w zimie i w lecie	5
	Aranżacja wnętrz	3
	wyposażenie	3
	Ogólne wrażenia estetyczne	5
Koszty eksploatacji (opłaty)		5

Źródło: opracowanie własne.

2.2. Wyznaczenie parametrów technicznych domu jednorodzinnego

Z perspektywy projektanta to parametry techniczne wyrobu określają jego charakterystykę. Parametry powinny zostać dobrane w taki sposób, aby projektanci, a następnie zespół wykonawców mogli stworzyć dom spełniający wymagania przyszłego użytkownika. Cechy produktu powinny zostać precyzyjnie, konkretnie i obiektywnie określone, tak aby nie podlegały indywidualnym interpretacjom. Czynniki, którego wartość jest tym wyższa, im obiekt będzie lepiej spełniał wymagania klienta, oznacza się za pomocą maksymanty $\uparrow$. Parametrami domu o tym charakterze są:

- wytrzymałość materiałów,
- izolacyjność przeciwwilgociowa i przeciwwodna,
- izolacyjność termiczna,
- dokładność wykonania.

W przeciwnym wypadku należy minimalizować jego wielkość. Nazwę minimalizanty $\downarrow$ przypisuje się następującym parametrom:

- odległość od punktów handlowo-usługowych,
- odległość od szkół, przedszkoli,
- odległość od przystanków komunikacji publicznej,
- natężenie hałasu.

Nominantą **0** natomiast oznacza się czynnik, dla którego istnieje pewna wartość optymalna, do której należy się przybliżyć w jak największym stopniu³. Należą do nich na przykład:

- rodzaj drogi dojazdowej,
- powierzchnia działki,
- ogród,
- rodzaj i zagęszczenie zabudowy,
- powierzchnia użytkowa.

Wszystkie parametry domu jednorodzinnego, odzwierciedlające wymagania przyszłego użytkownika zamieszczono w tabeli nr 2.

Tabela 2. Parametry domu jednorodzinnego
Table 2. Detached house parameters

Kierunek optymalizacji Max ↑ Min ↓ Nom 0		↓	↓	↓	0	0	0	0	↓	0	0	0	0	0	↑	0	↑	↑	0	0	0	0
Parametry (czynniki techniczne)		Komunikacja				Działka		Okolica		Architektura				Materiały		Media		Uzupe				
		Odległość od punktów usługowo-handlowych																				
		Odległość od szkół, przedszkoli																				
		Odległość od przystanków komunikacji publicznej																				
		Rodzaj drogi dojazdowej																				
		Powierzchnia działki																				
		Ogród																				
		Rodzaj i zagęszczenie zabudowy																				
		Należenie hałasu																				
		Powierzchnia użytkowa																				
		Ilość pokoiów, tarasów, garaży																				
		Rozkład pomieszczeń																				
		Rodzaj budynku (parterowy, piętrowy)																				
		Bryła domu, spadowość dachu																				
		Wyrzymałość materiałów																				
		Rodzaj materiałów																				
		Izolacyjność przeciwwilgociowa i przeciwdźwiękowa																				
		Izolacyjność termiczna																				
		Sieci zewnętrzne, przyłącza																				
		Wypożazenie instalacyjne																				
		Stopień wykończenia																				
		Umeblowanie																				

Źródło: opracowanie własne.

2.3. Określenie zależności pomiędzy czynnikami technicznymi i wymaganiami klienta

Zależności pomiędzy czynnikami technicznymi a wymaganiami klienta określono w centralnej części „domu jakości” za pomocą przyjętej skali: 9 – oddziaływanie silne, 3 – oddziaływanie średnie, 1 – oddziaływanie słabe. Punktacja ta ma charakter progresywny, dla uwydatnienia zależności silnych. Na przykład atrakcyjna lokalizacja (wymaganie) silnie wiąże się z odległością od punktów handlowo-usługowych, szkół i przedszkoli (czynniki). Jeśli sklepy, ośrodki zdrowia, placówki oświaty czy inne usługi znajdują się w bliskim zasięgu od domu, to jego lokalizacja znacznie zyskuje na wartości. Ponadto niektóre parametry techniczne wpływają na

³ A. Hamrol, W. Mantura, *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

spełnienie kilku wymagań. Izolacyjność termiczna budynku (parametr) decyduje w dużym stopniu o:

- komfortowej temperaturze w budynku w zimie i w lecie,
- kosztach eksploatacji, związanych z ogrzewaniem lub użytkowaniem klimatyzacji.

Izolacyjność termiczna ma także pośredni wpływ na standard wykończenia, gdyż do elementów wykończenia budynku należą między innymi termoizolacje fundamentów, ścian zewnętrznych, posadzek oraz połaci dachu. W przypadku braku zależności między analizowanymi polami macierzy, odpowiednia komórka nie zostaje wypełniona. Izolacyjność termiczna nie ma nic wspólnego z solidnymi i trwałymi materiałami, ponieważ to, że dana płyta styropianowa cechuje się dużą trwałością, nie musi oznaczać, że posiada wysokie parametry termoizolacyjne. W tabeli nr 3 ukazano korelacje, występujące pomiędzy parametrami domu i dotyczącymi go wymaganiami użytkownika.

Tabela 3. Korelacja pomiędzy parametrami technicznymi i wymaganiami klienta

Table 3. Correlation between technical parameters and customer's requirements

wymagania klientów Parametry (czynniki techniczne)		Komunikacja			Działka	Okolica	Architektura			Materiały			Media	Uzupełnienie								
		Odległość od punktów usługowo-handlowych	Odległość od szkół, przedszkoli	Odległość od przystanków komunikacji publicznej	Rodzaj drogi dojazdowej	Powierzchnia działki	Ogród	Rodzaj i zagęszczenie zabudowy	Natężenie hałasu	Powierzchnia użytkowa	Ilość pokoiów, tarasów, garaży	Rozkład pomieszczeń	Rodzaj budynku (parterowy, piętrowy)	Bryła domu, spadowość dachu	Wytrzymałość materiałów	Rodzaj materiałów	Izolacyjność przeciwwilgociowa i przeciwo	Izolacyjność termiczna	Sieci zewnętrzne, przyłącza	Wypozażenie instalacyjne	Stopień wykończenia	Umeblowanie
działka	lokalizacja	9	9	9																		
	otoczenie					1	9															
	powierzchnia działki					9		3		3		3										
	zagospodarowanie działki					1	9															
architektura	powierzchnia domu					3				9	3											
	ilość pokoiów (tarasów, garaży)									3	9	3										
	funkcjonalność domu									1	9											
	kształt budynku											9	9									
typ budowl	solidne i trwałe materiały													9	9	3						
	standard wykończenia												1	9	9	3			9	9		
	brak defektów																					
	komfortowa temperatura w lecie i w zimie											3					9		9			
atrza, estety	aranżacja wnętrz																					9
	wyposażenie																					9
	ogólne wrażenia estetyczne				3		9	3					3								9	

Źródło: opracowanie własne.

2.4. Ocena ważności parametrów technicznych

Bezwzględna ważność danego parametru technicznego określa się jako sumę iloczynów współczynników ważności kolejnych wymagań i współczynników ich zależności z danym parametrem ważności.

$$T_j = \sum_{i=1}^I W_i Z_{ij} \quad (1)$$

T_j – współczynnik ważności bezwzględnej parametru technicznego „j”

W_i – współczynnik ważności wymagania „i”

Z_{ij} – współczynnik zależności pomiędzy wymaganiem „i” oraz parametrem technicznym „j”

Natomiast ważność względną oblicza się jako iloraz współczynnika ważności parametru technicznego „j” do sumy wszystkich współczynników ważności parametrów technicznych.

$$S_j = \frac{T_j}{\sum_{j=1}^m T_j} \quad (2)$$

S_j – współczynnik ważności względnej parametru technicznego „j”

Uzyskane w ten sposób współczynniki pozwalają w łatwy sposób wyodrębnić elementy i cechy domu, które należy udoskonalić. Cechy krytyczne wskazują, którymi z nich należy się zająć w pierwszej kolejności⁴. W tabeli nr 4 zamieszczono wartości omawianych współczynników ważności.

⁴ Ibidem.

Tabela 4. Współczynniki ważności parametrów technicznych
Table 4. Factors of technical parameters and their importance

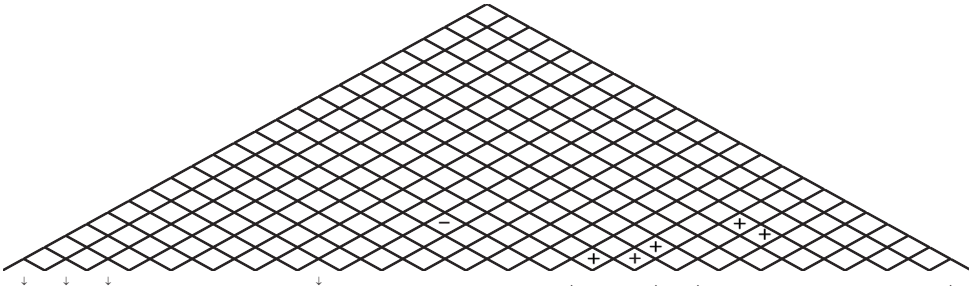
Parametry (czynniki techniczne)		Komunikacja		Działka	Okolica	Architektura				Materiały			Media	Uzupełnienie								
		Oddległość od punktów usługowo-handlowych		Oddległość od przystanków komunikacji publicznej	Rodzaj drogi dojazdowej	Powierzchnia działki	Ogród	Rodzaj i zagęszczenie zabudowy	Natężenie hałasu	Powierzchnia użytkowa	Ilość pokoi, tarasów, garaży	Rozkład pomieszczeń	Rodzaj budynku (parterowy, piętrowy)	Bryła domu, spadowość dachu	Wytrzymałość materiałów	Rodzaj materiałów	Izolacyjność przeciwwilgociowa i przeciwdźwiękowa	Izolacyjność termiczna	Sieć zewnętrzne, przyłącza	Wyposażenie instalacyjne	Stopień wykończenia	Umeblowanie
		Oddległość od szkół, przedszkoli																				
		Oddległość od przystanków komunikacji publicznej																				
		Oddległość od punktów usługowo-handlowych																				
wartość parametrów technicznych	bezwzględna	45	45	45	15	89	87	69	15	96	59	60	51	42	48	72	42	99	0	87	72	99
	względna (%)	3,6	3,6	3,6	1,2	7,2	7	5,6	1,2	7,8	4,8	4,9	4,1	3,4	3,9	5,8	3,4	8	0	7	5,8	8
cechy krytyczne										II							I					I

Źródło: opracowanie własne.

2.5. Określenie istotnych oddziaływań pomiędzy parametrami technicznymi

Często zdarza się, że ustalone parametry techniczne wyrobu wzajemnie na siebie oddziałują. Interakcja ta jest dodatnia, oznaczona znakiem „+”, kiedy obydwa analizowane parametry mają postać maksymanty, minimanty lub nominanty. Oddziaływanie takie występuje na przykład pomiędzy „wytrzymałością materiałów” i „rodzajem materiałów”. Im większa wytrzymałość, tym lepszy rodzaj materiału i odwrotnie. W sytuacji, w której parametry oznaczone są znakiem ujemnym (-), optymalizacja obydwu parametrów równocześnie jest niemożliwa. Znalezienie rozwiązania kompromisowego również może okazać się utrudnione. W przypadku domu „powierzchnia użytkowa” i „spadowość dachu” wzajemnie się wykluczają. Uzyskanie atrakcyjnego estetycznie 3- lub 4-spadowego dachu domu spowoduje zmniejszenie powierzchni użytkowej poddasza domu. Natomiast zachowanie większego metrażu poddasza zmusza do zastosowania prostego dachu 2-spadowego. Poniżej przedstawiono tabelę korelacji pomiędzy parametrami w kształcie charakterystycznego dla „domu jakości” dachu.

Tabela 5. Korelacja pomiędzy parametrami technicznymi
Table 5. Correlation between technical parameters



↓	↓	↓	0	0	0	0	↓	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
odległość od punktów handlowo-usługowych																								
odległość od szkół, przedszkoli																								
odległość od przystanków komunikacji publicznej																								
rodzaj drogi dojazdowej																								
powierzchnia działki																								
ogród																								
rodzaj i zagęszczenie zabudowy																								
napężenie hulażu																								
powierzchnia użytkowa																								
liczba pokoi, tarasów/balkonów, garaży																								
rozkład pomieszczeń																								
rodzaj budynku (parterowy, piętrowy)																								
brzyło domu, spadoświek dachu																								
wyzymalność materiałów																								
rodzaj materiałów																								
izolacyjność przeciwwilgociowa i przeciwwodna																								
izolacyjność termiczna																								
sieci zewnętrzne, przyłącza																								
wyposażenie instalacyjne																								
stopień wykonczenia																								
umeblowanie																								
korzystyła																								
dokładność wykonania																								

Źródło: opracowanie własne.

2.6. Ustalenie docelowych wartości parametrów technicznych

Ostatnim etapem budowy „domu jakości” jest ustalenie docelowych wartości parametrów technicznych analizowanego domu jednorodzinnego. Są one dokładnie sprecyzowane i przedstawione za pomocą liczb lub konkretnych wielkości, danych. Na przykład dla „powierzchni użytkowej” docelowa wartość parametru technicznego to wielkość metrażu mieszcząca się w przedziale od 100 do 180 m². Nie jest to jedyna wielkość, ponieważ aby spełnić wymagania klientów, należy wziąć pod uwagę, że dla różnych osób optymalna powierzchnia może oznaczać inną wartość. Niektórym marzy się dom o powierzchni 160 m², z osobnymi pokojami dla każdego z członków rodziny. Tymczasem mały, przytulny domek może być doskonałym rozwiązaniem dla ludzi, których wydatki na zakup domu są ograniczone, a jest on doskonałą alternatywą dla mieszkania w bloku. W tabeli nr 6 zamieszczono docelowe wartości parametrów analizowanego przykładu.

Tabela 6. Docelowe wartości parametrów technicznych

Table 6. Target values of technical parameters

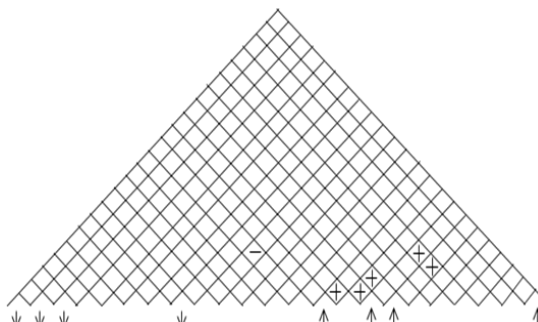
Parametry (czynniki techniczne)	Komunikacja		Dziąka	Okolica	Architektura		Materiały	Media	Uzupełnienie	
	Odległość od punktów usługowo-handlowych	Odległość od szkół, przedszkoli	Odległość od przystanków komunikacji publicznej	Rodzaj drogi dojazdowej	Powierzchnia działki	Ogród	Rodzaj i zagęszczenie zabudowy	Natężenie hałasu	Powierzchnia użytkowa	Ilość pokoi, tarasów, garaży
wartości docelowe parametrów technicznych	Odległość do 1 km	Odległość do 1 km	Odległość do 500 m	Asfaltowa droga dojazdowa	Powierzchnia działki od 600 do 1000 m ²	Trawa, tuję, krzewy ozdobne	Domy wolnostojące na działkach min 800 m ²	Max 50dB	Powierzchnia użytkowa od 100 do 180 m ²	Ilość pokoi (2-4), taras/balkon(1-3), garaż(1-2)
									Rozkład pomieszczeń	Rodzaj budynku (parterowy, piętrowy)
									Bryła domu, spadość dachu	Wytrzymałość materiałów
									Rodzaj materiałów	Izolacyjność przeciwwilgociowa i przewodnia
									Isolacyjność termiczna	Sieć zewnętrzna, przyłącza
									Wyposażenie instalacyjne	Stopień wykończenia
									Umeblowanie	Kolorystyka
									Dokładność wykonania	

Źródło: opracowanie własne.

W ostatniej tabeli numer 7 przedstawiono kompletny wzór domu jakości. Stanowi on zbiór ustaleń i wskazówek dla inwestora (wykonawcy). Na jego podstawie można podjąć decyzję o realizacji inwestycji, która ma szansę w stopniu najwyższym spełnić oczekiwania klienta.

Tabela 7. Dom jakości

Table 7. Quality house



		Komunikacja	Działka	Okolice	Architektura	Materiały	Media	Uzupełnienie
Wnętrze, estetyka	Komunikacja	Odległość od punktów handlowo-usługowych						
	Okolice	Odległość od szkół, przedszkoli						
	Architektura	Odległość od przystanków komunikacji publicznej						
	Materiały	Rozmiar drogi dojazdowej						
	Media	Powierzchnia działki						
	Uzupełnienie	Ogród						
		Rozmiar zagospodarowania zabudowy						
		Nieogrodzone tereny						
		Powierzchnia użytkowa						
		Ilość pokoi, tarasów/balkonów, garaży						
Rozbudowa, estetyka	Architektura	Rozkład pomieszczeń						
	Materiały	Rozmiar budynku (partenowy, piętowy)						
	Media	Wytrzymałość materiałów						
	Uzupełnienie	Izolacja przeciwwilgociowa i przeciwwodna						
		Isolacyjność termiczna						
		Sieci zewnętrzne, przyłącza						
		Wypożyczenie instalacyjne						
		Stopień wykończenia						
		Umeblowanie						
		Korzystność						
Rozbudowa, estetyka	Architektura	Kształt budynku						
	Materiały	Solidność i trwałość materiałów						
	Media	Standard wykończenia						
	Uzupełnienie	Brak defektów						
		Komfortowa temperatura w zimie i w lecie						
		Aranżacja wnętrz						
		Wypożyczenie						
		Ogólne wrażenia estetyczne						
		Koszty eksploatacji (rachunki)						
Wartości docelowe parametrów technicznych	Ważność parametrów technicznych	bezwzględna						
	Cechy krytyczne	względna (%)						
		3,6%	4,5					
		3,6%	4,5					
		3,6%	4,5					
		1,2%	1,5					
		7,2%	8,9					
		7,0%	8,7					
		5,8%	8,9					
		1,2%	1,5					
Wartości docelowe parametrów technicznych	Ważność parametrów technicznych	bezwzględna						
	Cechy krytyczne	względna (%)						
		3,6%	4,5					
		3,6%	4,5					
		3,6%	4,5					
		1,2%	1,5					
		7,2%	8,9					
		7,0%	8,7					
		5,8%	8,9					
		1,2%	1,5					

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Pierwszym krokiem budowy „domu jakości” było sporządzenie ciągu wymagań potencjalnych klientów firmy deweloperskiej. Do każdego z wymagań klienci przy-

porządkowali ważności, z których wynika, że oczekiwane cechy domu są dla nich bardzo ważne (przy ustalonej skali, 9 zostało ocenionych najwyższą punktacją) lub istotne (7 spośród wymagań oceniono na 3). Oznacza to, że nie występują oczekiwania mało istotne.

Kolejny etap to wyznaczenie parametrów technicznych obiektu. Cztery z nich mają charakter maksymanty i należą do nich: wytrzymałość materiałów, izolacyjność przeciwwilgociowa i przeciwwodna, izolacyjność termiczna, dokładność wykonania. Ponadto w macierzy występują 4 minimanty: odległość od punktów handlowo-usługowych, odległość od szkół, przedszkoli, odległość od przystanków komunikacji publicznej, natężenie hałasu. Pozostałe to nominanty. Centralną część tabeli tworzą zależności pomiędzy wymaganiami i parametrami. Jeśli sklepy, ośrodki zdrowia, placówki oświaty czy inne usługi znajdują się w bliskiej odległości od domu, jego lokalizacja znacznie zyskuje na wartości. „Natężenie hałasu” określone jest średnią zależnością z „lokalizacją”. Prawdopodobieństwo wystąpienia hałasu o dużym natężeniu jest większe, kiedy dom usytuowany będzie w bliskiej odległości od miasta. Silna zależność występuje także pomiędzy „komfortową temperaturą w zimie i w lecie” i „izolacyjnością termiczną” oraz „wypożyczeniem instalacyjnym”. Parametry termoizolacyjne materiałów, z których wykonane jest ocieplenie, mają duży wpływ na komfort cieplny użytkowników, w różnych porach roku. Materiały te to w przypadku: fundamentów – płyty styrodurkowe; ścian, posadzek – płyty styropianowe; połaci dachu – maty z wełny mineralnej. Rodzaj wyposażenia instalacyjnego również istotnie wpływa na omawiane wymaganie. Instalacja centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej, z wykorzystaniem kotła gazowego dwufunkcyjnego, pozwala na automatyczną regulację temperatury w powietrzu, wcześniej zaprogramowaną według preferencji konkretnego użytkownika.

Z przeprowadzonej analizy parametrów technicznych wynika, że szczególną uwagę należy zwrócić na następujące cechy krytyczne domu: „izolacyjność termiczną”, „umeblowanie” o wartości współczynników ważności równych 99 (7,7%) oraz na „powierzchnię użytkową” o współczynniku 96 (7,5%).

Pole w kształcie dachu dostarcza informacji na temat oddziaływań pomiędzy poszczególnymi parametrami technicznymi. Oddziaływanie takie występuje pomiędzy „wytrzymałością materiałów” i „rodzajem materiałów”, „rodzaj (kształt) dachu” i „metraż”.

Ostatnim etapem w budowie „domu jakości” było ustalenie docelowych wartości parametrów technicznych. Dla „izolacyjności termicznej”, jako cechy krytycznej, o największym współczynniku ważności, jest to współczynnik przewodzenia ciepła materiału. Dla styropianu wynosi $\lambda = 0,04$, przy grubości materiału 15 cm. Docelowe rozwiązanie związane z umeblowaniem domu to wyposażenie go w armaturę łazienkową i meble kuchenne. Odnośnie do powierzchni użytkowej zastosowano elastyczne podejście do spełnienia wymagań klienta i zaproponowano szeroki

wybór wielkości domów – od 100 do 180 m². W trakcie przeprowadzania metody QFD wykorzystuje się wiedzę z dziedziny inżynierii procesów, systemów. Osoby zajmujące się marketingiem współdziałają z inżynierami oraz wykonawcami w firmie, nieustannie kontaktując się ze sobą i wspólnie ustalając zamierzone działania.

Dalsze badania będą przeprowadzane dla inwestycji wielorodzinnych, pod kątem projektowania nowych osiedli mieszkaniowych.

Bibliografia

Dahlgaard J.J., Kristensen K., Kanji G.K., *Podstawy zarządzania jakością*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

Hamrol A., Mantura W., *Zarządzanie jakością, teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

ReVelle J.B., ASQ Webcast: *Variability Reduction Process (VRP-QFD)*.

<http://www.jakosc.biz> [dostęp: 12.12.2016].

www.zarz.agh.edu.pl/bsolinsk/qfd.html [dostęp: 11.01.2017].

Nota o Autorze:

Dr inż. Andrzej Jamróz – wykładowca na Wydziale Zarządzania AGH w Katedrze Zarządzania Przedsiębiorstwem.

Author's resume:

Phd Andrzej Jamróz – lecturer Faculty of Management, AGH-University of science and Technology, Department of Business Management.

Kontakt/Contact:

e-mail: ajamroz@zarz.agh.edu.pl