

# Algorytmizacja procesu wdrażania nowego produktu w warunkach wielkoseryjnej produkcji

## Algorithmization of new product process implementation in terms of mass production

JÓZEF MATUSZEK  
TOMASZ SENETA \*

Materiały z XX SKWPPWiE, Jurata 2016 r.  
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.158

W pracy przedstawiono koncepcję algorytmizacji procesu wdrażania nowego wyrobu w warunkach wielkoseryjnej produkcji. Opisano algorytm zarządzania projektem przygotowania produkcji i wdrażania procesów wytwarzania wyrobu. Określono metody i techniki zarządzania zapewniające minimalizację odchyłki kosztu docelowego projektu. Przeprowadzono analizę możliwości zastosowania toku postępowania według opracowanego algorytmu i oceniono jego wpływ na wynik kosztu docelowego.

**SŁOWA KLUCZOWE:** zarządzanie projektem, produkcja wielkoseryjna, koszt docelowy

*The paper presents the concept of algorithmization of the new product process implementation under the conditions of mass production. There was described the algorithm of project management process of production preparation and implementation processes of production. The article defines methods and management techniques to ensure minimizing the deviation of the project target costs. The analysis of the possibility of applying the course of proceedings according to developed algorithm and evaluated its impact on the outcome target cost.*

**KEYWORDS:** project management tools, target costing, mass production

### Proces wdrażania nowego produktu

Proces wdrażania nowego wyrobu jest złożony, przebiega w określonym z góry czasie i składa się z wielu etapów. W zależności od rodzaju i złożoności wyrobów, seryjności produkcji oraz przygotowania organizacyjno-technicznego stosowane są różne metody zarządzania projektami przygotowania i wdrażania nowych technologii i produktów do praktyki produkcyjnej. W produkcji wielkoseryjnej, zwłaszcza w przemyśle motoryzacyjnym, uruchomienie produkcji nowych wyrobów charakteryzuje się specyficznymi wymogami. Ze względu na wielkoseryjność produkcji, narzucone krótkie terminy, powiązania czasowe z innymi przedsiębiorstwami, ściśle określony budżet, projekt i jego planowane efekty wdrożenia powinny być zrealizowane z minimalną odchyłką kosztu docelowego w określonym czasie. W opracowaniu wykorzystano model zarządzania projektem wdrażania nowego wyrobu zaproponowany przez AAIG (Automotive Action Industry Group – stowarzyszenie producentów samochodów), opisany w podręczniku APQP – *Advanced Product Quality Planning* [8]. Model ten jest wykorzystywany przez większość firm z branży produkcji samochodów i komponentów samochodowych w wersji oryginalnej lub nieznacznie zmodyfikowanej w celu dostosowania go do warunków produkcyjnych danego przedsiębiorstwa.

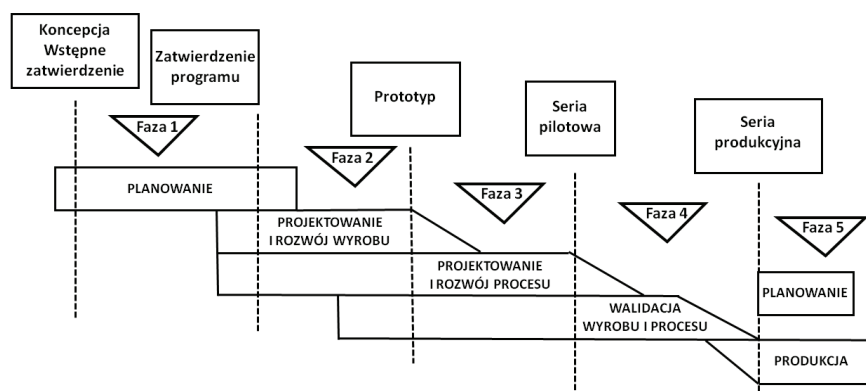
Na podstawie tego modelu w pracy podjęto próbę przedstawienia algorytmu służącego do stworzenia programu postępowania wspomagającego działania kierownictwa przedsiębiorstwa. Zaproponowany tok postępowania w postaci algorytmizacji zastosowania zestawu metod i technik postępowania ma na celu wsparcie procesu wdrażania nowego produktu w taki sposób, aby zminimalizować odchyłki kosztu docelowego i jak najbardziej zbliżyć się do określonego na etapie przygotowania projektu kosztu docelowego w budżecie wskazanego tego projektu. Aby wybrać odpowiedni zestaw narzędzi MOKD (minimalizacji odchyłki kosztu docelowego) kluczowe jest ustalenie czynników wpływających na proces wdrażania nowego produktu oraz określenie, jaki wpływ dane czynniki mają na koszt docelowy, a następnie zestawienie algorytmu postępowania na poszczególnych etapach. Model procesu wdrażania nowych wyrobów stosowany w branży motoryzacyjnej proponowany przez AAIG przedstawiono na rys. 1. Proces składa się z pięciu faz: planowania, projektowania i rozwoju wyrobu, projektowania i rozwoju procesu, walidacji wyrobu i procesu, produkcji.

1. Proces składa się z pięciu faz: planowania, projektowania i rozwoju wyrobu, projektowania i rozwoju procesu, walidacji wyrobu i procesu, produkcji.

### Pojęcie kosztu docelowego

Koszt docelowy (KD, ang. *Target Costing*) jest metodą stosowaną w celu uzyskania maksymalnej redukcji kosztów własnych produkcji w obrębie całego cyklu życia produktu. *Target Costing* koncentruje się na fazach związanych z przygotowaniem produkcji nowego wyrobu (fazy od 1 do 4). Po uruchomieniu produkcji (faza 5) przekształca się w działania mające na celu minimalizację kosztów na drodze ciągłego doskonalenia przebiegającej produkcji *Kaizen Costing*.

Pojęcie *Target Costing* zostało po raz pierwszy zastosowane przez firmę Toyota w latach 50. ubiegłego wieku [7]. Presja finansowa oraz dążenie do skracania cyklu produkcyjnego miały zasadniczy wpływ na udział kosztów w fazie planowania



Rys. 1. Model wdrożenia nowego produktu wg AAIG [8]

\* Prof. dr hab. Józef Matuszek (jmatuszek@ath.bielsko.pl); mgr inż. Tomasz Seneta (tomasz.seneta@zf.com) – Wydział Budowy Maszyn i Informatyki Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej

procesu wdrażania. Kolejnymi czynnikami mającymi wpływ na rozwój *Target Costing* były rosnąca gwałtownie konkurencja i wymagania jakościowe realizowanego procesu. Zastosowanie *Target Costing* stanowi instrument zarządzania kosztami produktu, umożliwiający wprowadzenie na rynek produktu cechującego się pożądaną jakością, ceną oraz funkcjonalnością, przy jednoczesnym zagwarantowaniu oczekiwanego zysku. Ogólną istotę rachunku kosztów docelowych można przedstawić za pomocą poniższych formuł:

$$K_{dprojektu} = B_{projektu} \quad (1)$$

gdzie:  $K_{dprojektu}$  – koszt docelowy projektu;  $B_{projektu}$  – budżet projektu.

$$K_{dprodukcji} = C - Z \quad (2)$$

gdzie:  $K_{dprodukcji}$  – koszt docelowy produkcji;  $C$  – cena;  $Z$  – oczekiwany zysk.

Można zatem przyjąć, że koszt docelowy projektu to określony budżet projektu, a koszt docelowy produkcji to maksymalny dopuszczalny koszt własny produkcji (koszt własny jednostkowy produktu) [5], umożliwiający uzyskanie oczekiwanej marży zysku przy cenie obowiązującej na rynku. Na podstawie tych wzorów definicję kosztu dopuszczalnego stosowaną przez firmę Toyota Motor określają wzory:

$$K_{wldprojektu} = K_{dprojektu} \quad (3)$$

gdzie:  $K_{wldprojektu}$  – maksymalny dopuszczalny koszt własny projektu.

$$K_{wldprodukcji} = K_{dprodukcji} \quad (4)$$

gdzie:  $K_{wldprodukcji}$  – maksymalny dopuszczalny koszt własny produkcji.

Odchyłka kosztu docelowego projektu [7] rozumiana jest jako różnica kosztu dopuszczalnego projektu i kosztu własnego projektu:

$$O_{kdprojektu} = K_{dprojektu} - K_{wlbprojektu} \quad (5)$$

gdzie:  $O_{kdprojektu}$  – odchyłka kosztu dopuszczalnego projektu;  $K_{wlbprojektu}$  – koszt własny bieżący produkcji.

W przypadku realizacji procesu produkcyjnego koszt własny bieżący produkcji nie powinien odbiegać od kosztu dopuszczalnego produkcji.

$$O_{kdprodukcji} = K_{wldprodukcji} - K_{wlbprodukcji} \quad (6)$$

gdzie:  $O_{kdprodukcji}$  – odchyłka kosztu dopuszczalnego produkcji;  $K_{wlbprodukcji}$  – koszt własny bieżący produkcji.

Stąd duże znaczenie ma uzyskanie odpowiedniej redukcji kosztów, a przynajmniej dostosowanie kosztów bieżących realizacji projektu do kosztów docelowych w poszczególnych fazach realizacji projektu.

## Przebieg procesu przygotowania produkcji

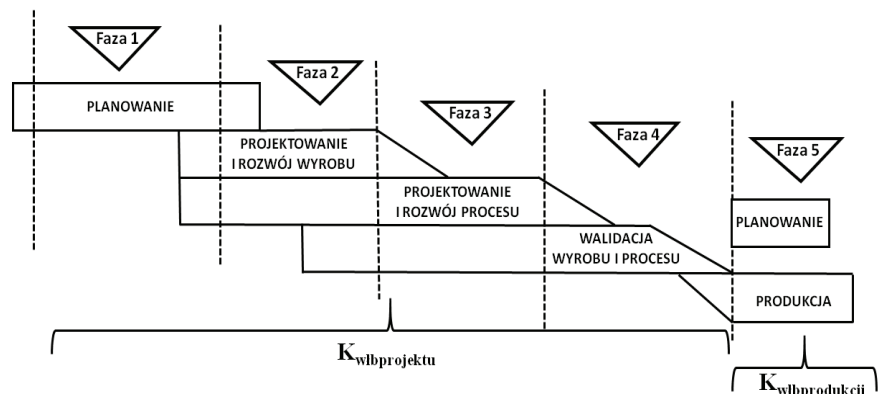
Program wdrożenia nowego produktu został podzielony na dwie fazy: fazę przygotowania i wdrożenia oraz fazę produkcji seryjnej – rys. 2. Podział wprowadzono ze względu na działania *Target Costing* związane z fazą wdrożeniową i *Kaizen Costing* związaną z fazą realizacji procesu produkcyjnego. Obie fazy cechują się podobieństwami, jednakże różnią się rodzajem i zakresem oddziaływania różnych czynników.

Ogólną klasyfikację czynników przedstawiono na rys. 3. Czynniki wynikowe są określone w celach wdrożenia projektu. Czynniki wejściowe – takie jak harmonogram i budżet – nie powinny podlegać zmianom, a zatem w mniejszy sposób wpływają na odchylenie kosztów docelowych. Założenie to opiera się na zasadach zarządzania, które zakładają, że ustalony budżet nie może podlegać modyfikacjom i końcowe rozliczenie powinno się odnosić do określonego budżetu.

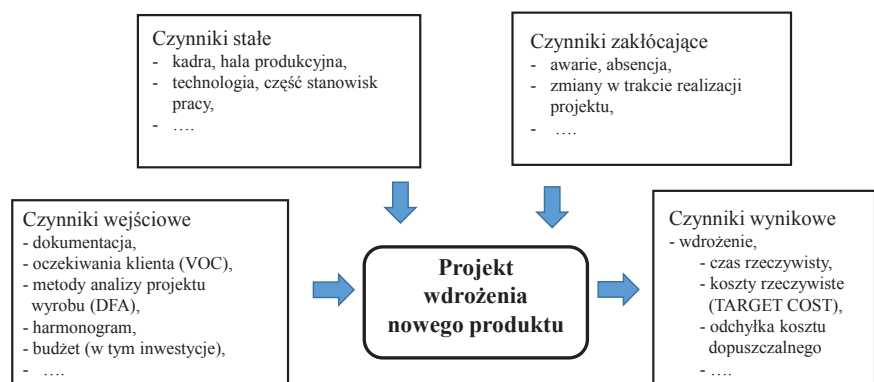
Dokumentacja projektu jako czynnik jest powiązana z celami wynikającymi z VOC (*voice of customer* – oczekiwania klienta) oraz analiz DFA (*design for assembly* – projektowanie zorientowane na technologiczność wytwarzania, np. na montowalność). Jednymi z najważniejszych zmiennych czynników mających wpływ na *Target Costing* są oczekiwania klienta i ich przełożenie na założenia projektowe produktu.

Do oceny wpływu tych oczekiwań na założenia projektu produktu stosuje się różne metody. W artykule przedstawiono trzy metody, które cechują się różnymi stopniami złożoności:

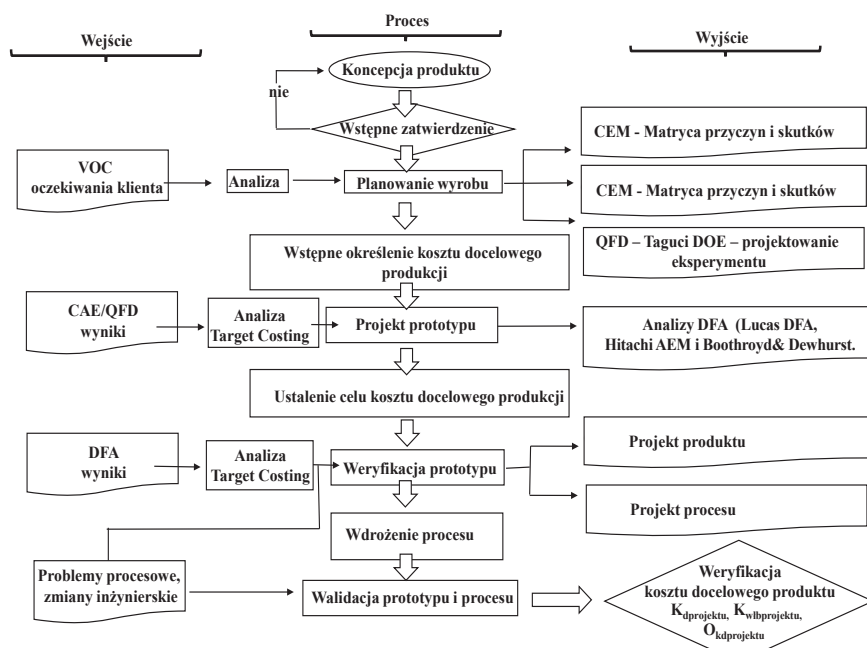
- CEM – macierz przyczyn i skutków (*Cause and Effect Matrix*),
- QFD – tłumaczone jako rozwinięcie funkcji jakości (*Quality Function Deployment*),
- QFD z dodatkowo wykonywanym Taguchi DOE (*Design of Experiments* – projektowanie eksperymentu).



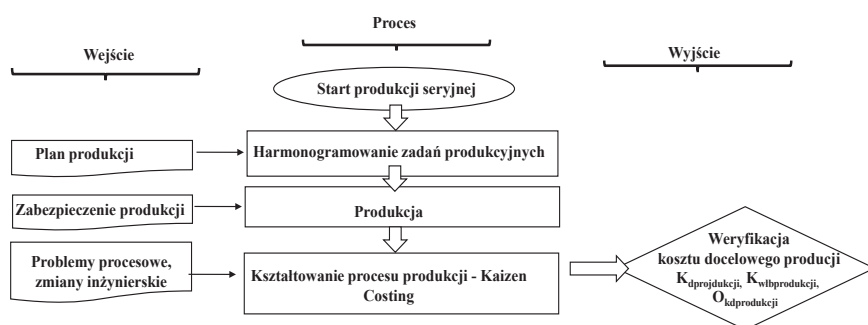
Rys. 2. Model wdrożenia nowego produktu z podziałem na fazy programu wdrożenia nowego wyrobu



Rys. 3. Czynniki wpływające na fazę wdrożenia



Rys. 4. Algorytm projektowania procesu wdrażania nowego projektu, określanie odchyłki kosztu dopuszczalnego projektu



Rys. 5. Określanie odchyłki kosztu dopuszczalnego produkcji

Zastosowanie tych metod polega na przenoszeniu oczekiwań klientów na cechy i funkcje produktu przekształcane następnie na wskaźniki technicznej wykonalności. Wskaźniki są elementami wpływającymi bezpośrednio na kształt produktu i projekt, a co za tym idzie – na jego koszt.

### Propozycja algorytmu postępowania

Zaproponowany algorytm postępowania przedstawiono na rys. 4. W algorytmie kluczowe jest ustalenie wstępne celu kosztu docelowego i określenie kosztu docelowego projektu i produkcji.

W zaproponowanym algorytmie MOKD określenie odchyłki kosztu dopuszczalnego projektu, maksymalnego dopuszczalnego kosztu własnego projektu, kosztu własnego bieżącego produkcji, odchyłki kosztu dopuszczalnego produkcji, maksymalnego dopuszczalnego kosztu własnego produkcji, kosztu własnego bieżącego produkcji powinno nastąpić na podstawie metody doliczeniowej według miejsc powstawania kosztów [6, 9]. Przydatność algorytmu wynika z możliwości przeprowadzenia dokładnych obliczeń kosztów na każdym etapie realizacji projektu. Zapewnia to z kolei przeprowadzenie skutecznych analiz takimi metodami, jak: VOC – Matryca Przyczyn i Skutków (*Cause and Effect Matrix*) [2, 4], QFD – *Quality Function Deployment* tłumaczone jako Metoda Rozwijająca Funkcję Jakości, QFD z dodatkową opcją Taguchi DOE (*Design of Experiments* – Projektowanie Eksperymentu), metodologia DFA – umożliwiła obiektywną ocenę konstrukcji pod względem

np. technologii montażu (Lucas DFA, Hitachi AEM oraz Boothroyd & Dewhurst) z punktu widzenia *Target Costing* i *Kaizen Costing* [1].

### Podsumowanie

W warunkach produkcji masowej i wielkoseryjnej, w wielozakładowym globalnym koncernie poszczególne przedsiębiorstwa rywalizują między sobą o pozyskanie nowych projektów wdrożeniowych wyrobów. Budżety projektów dostosowane są do warunków organizacyjno-technicznych tych zakładów. Do najważniejszych kryteriów pozyskania produkcji nowych wyrobów należą terminowość ich realizacji i nieprzekroczenie przypisanych im budżetów. Ze względu na ograniczony margines odstęp od narzuconych danych wejściowych, generowanie dużych strat wynikających z ich niedotrzymania, algorytmizacja procesu zarządzania projektem, zastosowanie odpowiednich analiz wykonywanych działań są nieodzownymi elementami ich realizacji. Bazując na danych literaturowych [1] wskazujących na redukcję kosztów przy zastosowaniu QFD i DFA o 30÷70% w porównaniu do projektów, wobec których nie zastosowano omawianych metodyk, proponowany algorytm umożliwi kontrolę realizacji budżetu projektu i poziomu uzyskanych kosztów własnych realizowanej produkcji. Pozwoli ocenić wysokość odchyłki kosztu dopuszczalnego projektu i odchyłkę kosztu dopuszczalnego produkcji.

Można zatem stwierdzić, że zastosowanie algorytmu MOKD zbliży koszt bieżący do kosztu dopuszczalnego, co oznacza minimalizację odchyłki od kosztu docelowego.

### LITERATURA

1. Abdullah A., Popplewell K., Page C.J. „A review of the support to tools for the process of assembly method selection and assembly planning”, *International Journal of Production Research*, Vol. 41, No. 11, pp. 2391÷2410, July 2003. p. 2396.
2. Breyfogle F.W. „*Implementing Six Sigma*”, John Wiley & Sons; Inc., 2 edition, Hoboken, New Jersey, ISBN-10: 0471265721, ISBN-13: 978-0471265726, p. 253.
3. Gałązka M. „Rachunek kosztów docelowych jako narzędzie współczesnej rachunkowości zarządczej”, *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy*, nr 1/2008, s. 211÷231.
4. Kano Noriaki, Nobuhiko Seraku, Fumio Takahashi, Shinichi Tsuji (April 1984). „Attractive quality and must-be quality”. *Journal of the Japanese Society for Quality Control* (in Japanese) 14 (2): pp. 39÷48.
5. Gregor M., Matuszek J.: „Tendencje projektowania systemów produkcyjnych”. *Mechanik* nr 7/2013, s. 231÷238, ISSN: 0025-6552.
6. Matuszek J., Kolosowski M., Krokosz-Krynke Z. „*Rachunek kosztów dla inżynierów*”, PWE Warszawa, 2014.
7. Piotrowska J., Topolska A. „Target costing w zarządzaniu przedsiębiorstwem”, *Journal of Capital Market and Behavioral Finance*, 2014, Vol. 1 (1), pp. 65÷73 (JCMBF • www.jcmbf.uni.lodz.pl).
8. Praca zbiorowa: „*Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan*”. Reference Manual. AAIQ – Chrysler Corporation, Ford Corporation, General Motors Corporation, Adare Carvin., Unit 1, Trade Link, Western Ave, West Thurrock, Grays, Essex England, 1995 (norma branżowa).
9. Sojak S., Józwiak H. „*Rachunek kosztów docelowych*”, Wydawnictwo Oficyna Ekonomiczna Oddział Polskich Wydawnictw Profesjonalnych 2004, s. 61, ISBN: 8389355450.