

Dobór kart kontrolnych jako istotny element sterowania jakością w procesie produkcyjnym

The Selection of Control Charts as an Essential Element of Quality Control in the Production Process

Anna Małgorzata Olszewska

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

The quality of product manufactured in the company is one of the most important factors influencing its competitiveness in the market. It decides on the level of achieved customers satisfaction, and thus determines the market position of the company. Many of the tools of quality management is now widely used in production. Selection of specific techniques should be preceded by an analysis of the current situation of the company. One of the major techniques is a control chart. This article presents the basic aspects of control charts selection for specific data from the manufacturing process.

Keywords: quality, control chart, quality costs

Wstęp

Jakość produktu wytwarzanego w przedsiębiorstwie jest jednym z najważniejszych czynników kształtujących jego konkurencyjność na rynku. To ona decyduje o osiąganym poziomie satysfakcji klientów i tym samym określa pozycję rynkową przedsiębiorstwa. Dlatego też, zarządzanie jakością jest tematyką budzącą duże zainteresowanie, które prowadzi do podejmowania przez poszczególne jednostki na rynku działań pro-jakościowych. Każda zmiana w tym zakresie, powinna być poprzedzona oceną poziomu obecnej satysfakcji klienta, jak również specyfiki konkretnego procesu produkcji.

W niniejszym artykule skupiono uwagę czytelnika na aspekcie doboru jednego z podstawowych narzędzi sterowania jakością, jakimi są karty kontrolne, do natury wybranego procesu produkcyjnego. W pierwszej części opracowania, opisano

miejsce kontroli jakości w procesie produkcyjnym, poruszając również kwestię poziomu satysfakcji klienta. Opisano aspekt kosztowy, jaki wiąże się z kontrolą jakości, następnie pokrótce wyróżniono poszczególne narzędzia sterowania jakością skupiając się na kartach kontrolnych. Artykuł kończy prezentacja autorskiego modelu doboru kart kontrolnych uwzględniającego charakter wybranych parametrów procesu produkcyjnego.

1. Miejsce kontroli jakości w procesie produkcyjnym

Efektywne zarządzanie procesem produkcyjnym musi być dostosowane bezpośrednio do potrzeb konkretnego procesu produkcyjnego. Wiedza, między innymi, o specyfice i rzeczywistym przebiegu procesu, powinny być jednymi z czynników, jakie zadecydują o wyborze toku postępowania. To m.in. sprawia, że zarządzanie przedsiębiorstwem wymaga bardzo rozległej wiedzy. Niezwykle ważne jest uzmysłowienie sobie, że jakość, zarówno wyrobów, jak i usług jest w tym względzie jednym z priorytetów¹. Dodatkowo, należy zauważyć, że o poziomie jakości decyduje w dużej mierze sam klient i wówczas relacja ta nazywa jest jakością marketingową.



Źródło: Kolman R., 2009. *Kwalitologia. Wiedza o różnych dziedzinach jakości*. Wydawnictwo PLACET, Warszawa, s. 201.

Rys. 1. Przykłady elementów satysfakcji klienta

Każda próba poprawy dotychczas funkcjonującego procesu wytwarzania wyrobu dostarczanego do klienta, musi być poprzedzona oceną poziomu jego obecnej

¹ Werpachowski W., 2009. *Wybrane problemy zarządzania przedsiębiorstwem*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, s.147.

satysfakcji. Wzrost wskaźnika zadowolenia odbiorcy finalnego, musi być podstawowym celem podejmowanych działań². Sprzężenie, pomiędzy satysfakcją klienta a zarządzaniem pokazano na rys. 1.

Często pojęcie zarządzania rozpatruje się pod kątem funkcji, jakie ono pełni, jednostek w których jest realizowane, jak też celów do jakich dąży. Skupiając uwagę na pierwszym z podjęć, należy wymienić funkcje zarządzania, które tradycyjnie rozumiane są, jako planowanie, organizowanie, przewodzenie i kontrolowanie³. W przypadku zarządzania jakością, odnosząc się do norm ISO 9000:2000, można wymienić funkcje planowania i zapewniania jakości, doskonalenia i sterowania⁴. Dwa pierwsze elementy wskazują na konieczność jasnego ustalenia celów oraz wymuszają sprecyzowanie, czy w obecnej sytuacji firmy wskazane uprzednio cele mogą zostać zrealizowane. Z kolei, doskonalenie jest podstawową funkcją zarządzania jakością, gdyż brak rozwoju ustawia przedsiębiorstwo daleko poza konkurentami. Dążąc do zaspokojenia potrzeb klienta, w jak najpełniejszym stopniu, należy nieustannie podnosić poziom jakości dostarczanego mu produktu, czy świadczonej usługi. Ostatnia z wymienionych – funkcja sterowania jest ciągłą kontrolą istniejącego stanu i natychmiastową reakcją na pojawiające się niedociągnięcia, czy niezgodności. Osiągnięty poziom jakości powinien być wciąż monitorowany, zaś w przypadku zauważenia niepokojących sygnałów, należy natychmiast zareagować, by wyeliminować ich przyczynę.

2. Ile kosztuje jakość?

Biorąc pod uwagę fakt, iż koszty jakości stanowią zazwyczaj około 20-30% wszystkich kosztów, jakie ponosi przedsiębiorstwo⁵, należy systematycznie podejmować działania projakościowe mające na celu ich obniżenie. Działania związane z profilaktyką, takie jak doskonalenie systemu zarządzania jakością, szkolenia pracowników, czy reinżynieria w początkowym okresie, prowadzą do wzrostu ogólnych kosztów jakości. Jednak w dłuższym okresie czasu, pomimo pewnego wzrostu w początkowych etapach, przyczyniają się one do obniżenia ich ogólnego poziomu. Przede wszystkim, projakościowe doskonalenie systemu zarządzania

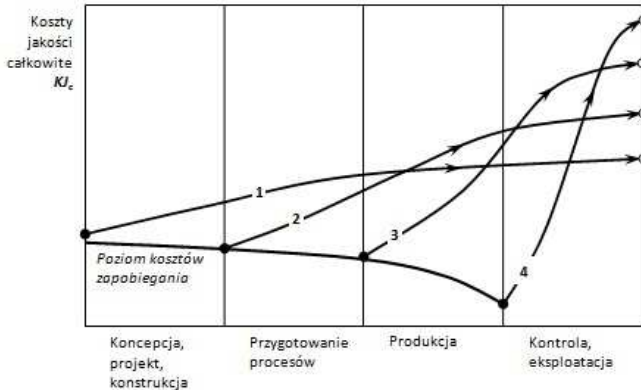
² Kolman R., 2009. *Kwalitologia. Wiedza o różnych dziedzinach jakości*. Wydawnictwo PLACET, Warszawa, s.201.

³ Bagiński J., Głazewska I., 2000. *Jakość w praktyce zarządzania*. (w:) *Menedżer jakości. Jakość, środowisko, bezpieczeństwo*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, s. 209.

⁴ Hamrol A., 2008. *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 105.

⁵ Bank J., 1997. *Zarządzanie przez jakość*. Wydawnictwo Gebethner i Ska, Warszawa, s. 33.

jakością wpływa na spadek wydatków związanych z powstającymi w procesie produkcyjnym błędami wewnętrznymi, jak i zewnętrznymi. Podjęcie takich działań prowadzi również do obniżenia kosztów oceny. Dzieje się tak, gdyż ze względu na podwyższenie poziomu jakości wytwarzanych produktów, nie muszą być one tak często poddawane ocenie, jak poprzednio.



Źródło: Hamrol A., 2008. *Zarządzanie jakością z przykładami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 505.

Rys. 2. Krzywe kosztów jakości w zależności od momentu wprowadzenia działań projakościowych

Z decyzją dotyczącą wyboru odpowiedniego momentu do rozpoczęcia działań zmierzających do poprawy jakości, związana jest tzw. „reguła dziesięciu”: „Koszty jakości związane z ustaloną niezgodnością rosną wykładniczo w miarę oddalania się od źródła tej niezgodności”⁶. Zgodnie z przedstawionym spostrzeżeniem, jeżeli pewna kwota nie zostanie przeznaczona na profilaktykę, to poziom wydatków na kontrolę wzrośnie już dziesięciokrotnie. Z kolei, gdy i te wydatki nie zostaną poniesione, to koszt reklamacji osiągnie wartość dziesięciokrotnie większą w odniesieniu do wydatków na koszty kontroli, a aż stukrotnie większą od kwoty, jaką należało przeznaczyć na zapobieganie. Niezwykle istotne podczas rozważania kwestii momentu rozpoczęcia kontroli jakości jest także wskazówka, aby działania projakościowe rozpoczęły się, jak najwcześniej w całym cyklu życia produktu. Wówczas, mimo wzrostu kosztów na początkowych etapach cyklu, koszty całkowite z czasem ulegną znacznemu zmniejszeniu, co schematycznie ujęto na rys. 2.

⁶ Myszeński J. M., 2005. *Po prostu jakość. Podręcznik zarządzania jakością*. Wydawnictwo WSPiZ, Warszawa, s. 124.

3. Narzędzia zarządzania jakością

Wiele narzędzi zarządzania jakością jest obecnie szeroko wykorzystywanych w przedsiębiorstwach, zarówno wśród tych dążących do pozycji liderów, jak i tych, którym zależy na utrzymaniu obecnej pozycji. Używa się ich do nadzoru, jak i diagnostyki procesu produkcyjnego, poczynając od etapu projektowania, a na serwisowaniu gotowego produktu kończąc. Narzędzia zarządzania jakością, zarówno klasyczne, jak i alternatywne znacznie ułatwiają analizę systemu funkcjonującego w przedsiębiorstwie i są niezbędne przy określaniu występujących tam braków.

Całe instrumentarium zarządzania jakością dzielone jest w literaturze zagadnienia na metody i narzędzia, co jest rozgraniczeniem umownym⁷. Zazwyczaj, narzędziem określa się prostsze techniki, o oddziaływaniu ograniczonym w czasie, zaś miano metod przypisuje się działaniom bardziej złożonym, wykorzystującym dane pozyskane z różnych narzędzi i poparte naukowymi podstawami, przebiegającym zgodnie z określonym, powtarzalnym planem. Narzędzi sterowania jakością jest wiele, należą do nich m. in.: karty kontrolne, diagram Ishikawy, diagram Pareto, schemat blokowy, analiza zależności, czy też zestaw narzędzi określanych jako nowe. Są to narzędzia opracowane specjalnie do analizy przebiegu i planowania działań naprawczych procesu produkcyjnego.

Zestaw narzędzi zarządzania jakością, takich jak karty przepływu, karty kontrolne, diagram Pareto, diagram Ishikawy, arkusze kontrolne, histogram, wykres zależności, nazywany jest, ze względu na swoją przydatność, jak też prostotę w tworzeniu i interpretacji, „wielką siódmką”⁸. W literaturze, można spotkać także inny zestaw narzędzi zarządzania jakością, nazywany klasycznym. Wówczas zamiast karty przepływu pojawia się narzędzie, które powyżej zaliczone zostało do arkuszy kontrolnych⁹. W praktyce zarządzania jakością w przedsiębiorstwie funkcjonuje wiele tego typu narzędzi, zaś wśród nich wyróżniona jest, między innymi wspomniana wyżej grupa określana jako nowe. Dwa spośród nich – plan działań oraz diagram strzałkowy, należą do jakościowych narzędzi opisu, zaś pozostałe

⁷ Hamrol A., 2008. *Zarządzanie jakością z przykładami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 362.

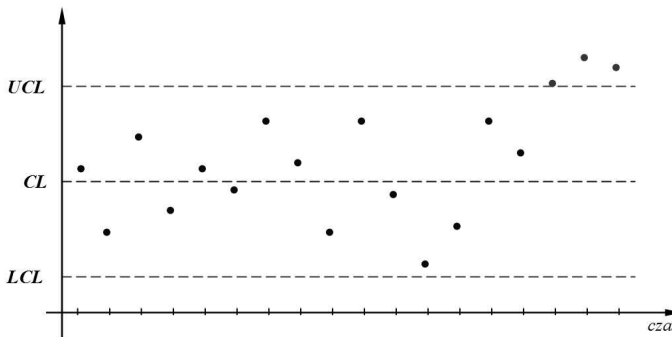
⁸ Hamrol A., 2008. *Zarządzanie jakością z przykładami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 285.

⁹ Montgomery D. C., 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, New York, s. 148.

tworzą techniki jakościowe kreatywne – diagram pokrewieństwa, diagram relacji, diagram semantyki, diagram macierzowy, macierzowa analiza danych¹⁰.

Teoretycy, jak i praktycy działań pro jakościowych poświęcają czas na opracowanie i doskonalenie tego i tak bogatego już zestawu dostępnych metod i narzędzi. Równocześnie, wciąż pojawiają się nowe warunki, w jakich mają być one stosowane, więc ich rozwój jest problemem ciągle aktualnym. Poszukuje się nowych elementów, które w pełniejszy sposób umożliwią sterowanie jakością, dostosując się do konkretnej sytuacji lub wzbogacą dotychczasowe rozwiązania o nowe możliwości.

Karty kontrolne (ang. *Control Charts*), poczynając od momentu ich opracowania i pierwszego wykorzystania stały się jednym z podstawowych narzędzi kontroli i sterowania procesem produkcyjnym. Ich twórcą był Walter Andrew Shewhart. Karta jest diagramem obserwacji, na który nanoszone są poszczególne pomiary lub ich charakterystyki. Diagram ten najczęściej składa się, oprócz wymienionych elementów, także z trzech linii kontrolnych: dolnej (ang. LCL – Lower Control Limit), centralnej (ang. CL – Central Line) i górnej (ang. UCL – Upper Control Limit). Rys. 3 stanowi prezentację schematu przykładowej karty, jaki stosowany, jest zarówno przy kartach klasycznych, jak i przy większości kart nowej generacji.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 3. Karta kontrolna dwustronna

Zadaniem kart kontrolnych jest rozstrzygnięcie, czy zauważone odchylenia od przyjętej normy jakości wykonania, należy traktować jako przypadkowe (losowe), czy systematyczne (wyjaśniane przyczynami nielosowymi). Przy czym,

¹⁰ Hamrol A., 2008. *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 286-287.

za zmiany systematyczne uznaje się te, dla których wyznaczony na podstawie pomiarów (lub ich charakterystyki) punkt przekroczył jedną z granic – dolną lub górną.

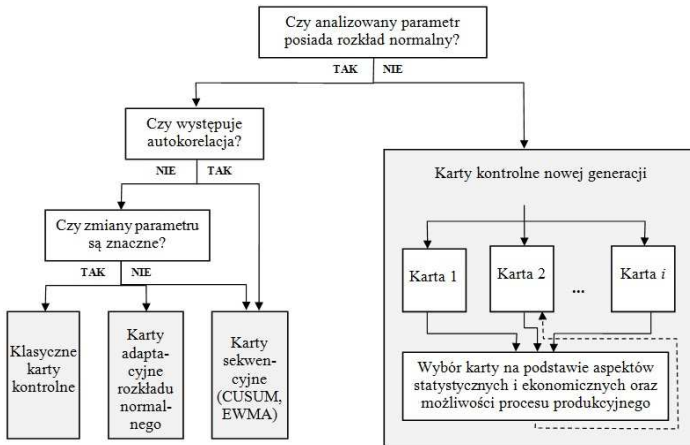
Od czasu pierwszego zastosowania kart kontrolnych w 1924 r., opracowano różnorodne ich rodzaje. Część z nich nazywana jest obecnie klasycznymi. W sytuacji, gdy karty te nie mogą stanowić podstawy statystycznej kontroli procesu, alternatywę stanowią karty nowej generacji. Pojęcie to obejmuje karty, dla których założenia umożliwiające zastosowanie klasycznych kart kontrolnych nie są spełnione, jak też takie, które znacznie szybciej w porównaniu z klasycznymi identyfikują nawet niewielki wpływ czynników specjalnych.

4. Procedura doboru kart kontrolnych

Sterowanie procesem produkcyjnym, przy wykorzystaniu, zarówno kart klasycznych, jak i nowej generacji odbywa się zazwyczaj w kilku fazach. W pierwszej, mającej na celu ustabilizowanie procesu, wykorzystywane są najczęściej klasyczne karty kontrolne konstruowane projektowo, a następnie, po wyeliminowaniu głównych czynników oddziałujących negatywnie na proces, zmienia się je na stabilizujące. Następnie rozpoczyna się kolejny etap polegający na systematycznym eliminowaniu zmienności. I tu zazwyczaj odchodzi się od klasycznych kart kontrolnych na rzecz innych typów, np. kart CUSUM, czy EWMA, które, jak wykazują badania, są czulsze na pojawiające się rozregulowania i znacznie szybciej zauważają nawet niewielkie zmiany zachodzące w procesie. Wymienione karty to karty sekwencyjne. Alternatywą dla nich może być wykorzystanie kart adaptacyjnych, które podobnie jak sekwencyjne, znacznie szybciej w porównaniu z klasycznymi, diagnozują nawet niewielkie zmiany. Przedstawiony schemat postępowania znajduje jednak zastosowanie, jedynie w przypadku normalności pomiarów pochodzących z procesu

Na rys. 4 zaprezentowano model doboru kart opracowany przez autorkę. Pierwszym elementem wykonywanym podczas doboru kart kontrolnych, jest sprawdzenie normalności pomiarów. W literaturze szeroko została opisana sytuacja, o której wspomniano już wyżej, gdy rozkład pomiarów jest zgodny z rozkładem normalnym. W takim przypadku, w zależności od wielkości zachodzących zmian w poziomie średniej bądź przy występowaniu autokorelacji pomiarów dobierane są karty klasyczne lub sekwencyjne. Ta część doboru zależna od wielkości

zmian, przedstawiona została przez Montgomeryego¹¹. Biorąc jednak pod uwagę, iż wciąż powstają nowe karty, etap ten został poszerzony dodatkowo o adaptacyjne karty kontrolne. Wybór, pomiędzy kartami adaptacyjnymi, a sekwencyjnymi, w przypadku niewielkich zmian dla kart rozkładu normalnego dokonywany powinien być na podstawie możliwości procesu, jak też kosztów konstrukcji i stosowania tych kart.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 4. Model doboru kart kontrolnych

Jednak, zdecydowanie bardziej interesującą jest sytuacja, gdy założenie normalności nie jest spełnione. Wówczas proponowany jest wybór jednej z kilku grup kart nazwanych ogólnie kartami nowej generacji. Tradycyjnie, jedną z tego typu kart jest karta wykładniczo ważonej średniej ruchomej. Jest ona jednak kartą w niewielkim stopniu czułą na niewielkie odstępstwa od normalności pomiarów. Autorka proponuje tu inny sposób postępowania. Na podstawie próby, dopasowywany jest rozkład różny od rozkładu normalnego. Jako taki, został przyjęty w modelu rozkład Burra. Wybór ten jest podyktowany nie tylko prostotą konstrukcji i wyliczeń dowolnych prawdopodobieństw, ale także łatwość zalgorytmizowania etapu dopasowania rozkładu. Oczywiście, dopasowując inny rozkład, dla którego możliwym jest wyznaczenie dowolnego prawdopodobieństwa, dobór kart przeprowadzony może być analogicznie, jak w przedstawionym modelu.

¹¹ Montgomery D. C., 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, New York, s. 455.

Autorka proponuje kilka różnych typów kart, które należą do grupy kart kontrolnych nowej generacji. Są to karta symetryczna i asymetryczna rozkładu Burra i zestaw kart adaptacyjnych związanych z tym rozkładem: adaptacyjno-symetryczna i adaptacyjno-asymetryczna karta rozkładu Burra. Dobór każdej karty powinien przebiegać tak, aby spełnione były kryteria, zarówno statystyczne, jak też ekonomiczne. Ostatecznie należy dokonać wyboru, pomiędzy różnymi typami kart na podstawie najlepszych wyników spełniających uznane kryteria.

5. Podsumowanie

Sterowanie procesem produkcyjnym, to jeden z najistotniejszych elementów zarządzania procesem produkcyjnym. W artykule przedstawiono model doboru kart kontrolnych – narzędzia kontroli jakości w procesie produkcyjnym opracowany przez autorkę. Wyróżniony został tu ten element, ze względu na jego wpływ na poziom ponoszonych przez firmę kosztów.

Ważnym jest tu spostrzeżenie, że działania projakościowe powinny rozpocząć się jak najwcześniej w całym cyklu życia produktu. Przychylając się do stwierdzenia, że lepiej jest najpierw zapobiegać niż potem „leczyć” przedsiębiorstwo, należy zauważyć, że pomimo ewentualności pewnego zwiększenia wydatków firmy na początkowych etapach, działania projakościowe powinny w ogólnym rachunku kosztów prowadzić do ich obniżenia.

Biorąc pod uwagę, wielość dostępnych podejść do działań projakościowych oraz szerokiej palety możliwych do wykorzystania narzędzi i metod, należy pamiętać, że nie ma jednego uniwersalnego rozwiązania. Dobór konkretnych technik powinien być poprzedzony analizą obecnej sytuacji przedsiębiorstwa. Dodatkowo jako, że większość metod i narzędzi jest wzajemnie powiązanych, to nie powinno stosować się tylko jednego z nich. Zastosowanie kilku, znacznie poszerza horyzont podjętych działań, dzięki czemu wiele aspektów, które mogły pozostać niezauważone, znajdzie odzwierciedlenie w ostatecznie dobranym zestawie metod i narzędzi.

Piśmiennictwo

1. Bagiński J., Głazewska I., 2000. *Jakość w praktyce zarządzania*. (w:) *Menedżer jakości. Jakość, środowisko, bezpieczeństwo*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
2. Bank J., 1997. *Zarządzanie przez jakość*. Wydawnictwo Gebethner i Ska, Warszawa.

3. Hamrol A., 2008. *Zarządzanie jakością z przykładami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
4. Kolman R., 2009. *Kwalitologia. Wiedza o różnych dziedzinach jakości*. Wydawnictwo PLACET, Warszawa.
5. Montgomery D. C., 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, New York.
6. Myszewski J. M., 2005. *Po prostu jakość. Podręcznik zarządzania jakością*. Wydawnictwo WSPiZ, Warszawa.
7. Werpachowski W., 2009. *Wybrane problemy zarządzania przedsiębiorstwem*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.