

KOŁOSOWSKI Mariusz<sup>1</sup>  
KUCIŃSKA-LANDWÓJTOWICZ Aneta<sup>2</sup>

## Wykorzystanie wybranych kart kontrolnych Shewharta w ocenie procesów logistycznych

### WSTĘP

W warunkach dynamicznych zmian rynkowych, jakość, oznaczająca zadowolenie klienta, postrzegana jest jako kluczowy czynnik zapewniający przedsiębiorstwu przewagę nad konkurencją. Stosowanie innowacyjnych technik wytwarzania, skracanie cyklu wprowadzania produktu na rynek czy szukanie obszarów redukcji kosztów mogą okazać się zabiegami daremnymi, jeśli produkt lub usługa nie spełni oczekiwań klientów. Współczesna koncepcja jakości opiera się na zasadzie mówiącej, że zapobieganie przyczynom powstawania wad jest znacznie korzystniejsze od ich wykrywania i korygowania. Takie podejście wymaga utożsamiania jakości nie tylko z kontrolą oraz zgodnością z wymaganiami. Jakość należy rozumieć przede wszystkim jako zdolność dostawcy do nieustannego spełniania potrzeb klient, zarówno tych wyrażonych obecnie, jak i potencjalnych. Koncepcja ta wymaga zastosowania pełnego zestawu funkcji zarządczych. Możemy więc używać pojęcia „zarządzanie przez jakość”, pod którym należy rozumieć planowanie, realizowanie i kontrolę wszystkich działań w taki sposób, aby w ich wyniku powstał obiekt zaspokajający potrzeby klienta [3, 4, 8]. „Zarządzanie przez jakość”, gdyż jakość nie jest celem samym w sobie, jest ona środkiem do osiągnięcia celów przedsiębiorstwa, czyli zysku zapewniającego przetrwanie, rozwój, a także wynagrodzenie udziałowców. Współczesne warunki funkcjonowania przedsiębiorstw w turbulentnym otoczeniu, przede wszystkim nasilająca się konkurencja oraz dynamika zachodzących zmian, stawiają przed nimi nowe zadania w zakresie zapewnienia wysokiej jakości produktów i usług, zwiększenia wydajności i skuteczności procesów biznesowych przy jednoczesnym dążeniu do obniżenia kosztów produkcji i skrócenia cykli produkcyjnych [2, 7]. Szansą na radykalną zmianę, objawiającą się przede wszystkim lepszymi wynikami, jest dokładna, permanentna analiza procesów realizowanych w firmie, ich reorganizacja i ciągłe doskonalenie.

Na podejściu procesowym skupia się także norma ISO 9001:2008. Według tej normy, podejście procesowe to „stosowanie systemu procesów w organizacji wraz z ich identyfikacją oraz wzajemnymi oddziaływaniami między tymi procesami i zarządzanie nimi w celu osiągnięcia zamierzonych wyników”, natomiast proces to „działanie lub zbiór działań wykorzystujące zasoby i zarządzane w celu umożliwienia przekształcenia wejść w wyjścia” [9]. Organizacja dostosowująca się do wymagań normy ISO 9001:2008 powinna [9]:

- określić procesy potrzebne w systemie zarządzania jakością oraz ich zastosowanie w organizacji,
- określić sekwencję tych procesów oraz ich wzajemne oddziaływanie,
- określić kryteria i metody potrzebne do zapewnienia skuteczności przebiegu i nadzorowania tych procesów,
- zapewnić dostępność zasobów oraz informacji niezbędnych do wspomaganie przebiegu i monitorowania tych procesów,
- monitorować, mierzyć (tam, gdzie ma to zastosowanie) i analizować te procesy,
- wdrażać działania niezbędne do osiągnięcia zaplanowanych wyników oraz ciągłego doskonalenia tych procesów.

<sup>1</sup> Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie, Instytut Zarządzania; 48-300 Nysa; ul. Armii Krajowej 7. Tel.: +48 77 448-47-62, mariusz.kolosowski@pwsz.nysa.pl

<sup>2</sup> Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów; 45-370 Opole; ul. Ozimska 75. Tel.: +48 77 449-88-45, a.kucinska@po.opole.pl

Jakość wyrobu bądź usługi powstaje nie tylko w sferze wytwarzania czy świadczenia usługi. Jest ona kształtowana począwszy od marketingu, poprzez fazy realizacji, eksploatacji, na likwidacji kończąc. Na jakość wyrobu bądź usługi wpływ mają wszyscy pracownicy i komórki organizacyjne. Sekwencję działań wpływających na kształtowanie jakości obiektu można przedstawić w postaci tzw. pętli jakości czy spirali jakości [3, 4, 8]. Mając powyższe na uwadze, konieczna jest umiejętność doboru i wykorzystania właściwych metod i narzędzi, za pomocą których możliwa będzie analiza i ocena poszczególnych procesów w przedsiębiorstwie z punktu widzenia jakości ich realizacji.

## **1. DOSKONALENIE JAKOŚCI PROCESÓW Z WYKORZYSTANIEM SPC**

Istotną rolę na etapie produkcji czy realizacji usługi odgrywa kontrola wyrobu i procesu. Ma ona za zadanie ustalenie, czy wyroby i procesy spełniają wymagania przyjęte na etapie projektowania, a także określenie zdolności urządzeń oraz procesów do uzyskiwania jakości projektowej. Niezwykle istotne jest wierne przeniesienie jakości projektowej na jakość wykonania. Warunkiem skutecznej kontroli jakości jest mierzalność cech kontrolowanych oraz możliwość ich jednoznacznej oceny, zatem pożądane są metody i narzędzia umożliwiające ocenę obarczoną możliwie najmniejszym subiektywizmem. Dane z kontroli można uzyskać przez pomiar bądź w wyniku oceny organoleptycznej. Kontroli mogą być poddane różne parametry obiektu: wymiary geometryczne, struktura powierzchni, kształt, położenie, masa, właściwości fizyczne itp. Tak duża różnorodność zadań pomiarowo-kontrolnych sprawia, że w praktyce przemysłowej stosowanych jest wiele pomocy i przyrządów oraz metod i narzędzi dostosowanych do własności charakterystyk wyrobu bądź usługi.

Warunki realizacji procesów w organizacji są z reguły mało stabilne. Spowodowane jest to zmiennymi warunkami funkcjonowania związanymi m.in. z zużywaniem się maszyn i narzędzi, rozregulowywaniem się przyrządów kontrolno-pomiarowych, a także czynnikiem ludzkim (rotacja pracowników, rutyna itp.). Dlatego też należy regularnie przeprowadzać audyty i przeglądy systemu zarządzania jakością lub przynajmniej jego wybranych obszarów [3]

Z punktu widzenia jakości procesów w przedsiębiorstwie, niezwykle ważna jest znajomość istoty zmienności, co pozwala usprawnić organizację, a przede wszystkim stwarza możliwości stałej jej poprawy. Brak zrozumienia istoty zmienności przyczynia się do [5]:

- podejmowania niewłaściwych decyzji i działań,
- dostrzegania trendów i tendencji tam, gdzie one nie występują,
- przedstawiania zmienności naturalnej jako zdarzenia o wyjątkowym znaczeniu,
- karania i nagradzania pracowników za rzeczy, na które nie mają wpływu,
- braku zrozumienia dotychczasowego funkcjonowania organizacji, procesu produkcji itd.,
- braku możliwości poprawnego i skutecznego przewidywania lub podejmowania planów na przyszłość,
- ograniczonej zdolności czynienia usprawnień.

Amerykański naukowiec i praktyk Walter Shewhart, badając procesy produkcyjne stwierdził, że z każdym procesem w organizacji związane są dwa odmienne typy zmienności [3, 4, 5, 11, 13]:

- zmienność „własna” procesu, wynikająca z przyczyn „losowych” (inaczej „ogólnych”, „przypadkowych”), będących integralną częścią procesu; nie można ich wyeliminować, a ich ograniczenie jest możliwe np. przez zmianę technologii, co często jest związane z dużymi nakładami finansowymi,
- zmienność wynikająca z przyczyn „wyznaczalnych” (inaczej „specjalnych”, „wyjątkowych”), występujących sporadycznie i wpływających na procesy w sposób niemożliwy do przewidzenia; cechą tych przyczyn jest to, że dają się stosunkowo łatwo wyeliminować, jeżeli tylko zostaną zidentyfikowane.

Jeżeli przyczyny zmienności procesu mają tylko charakter przypadkowy, wówczas mówimy, że proces jest kontrolowany statystycznie, czyli jest uregulowany. Pojawienie się czynników specjalnych sprawia, że proces przestaje być kontrolowany statystycznie – staje się rozregulowany.

Odkrycie Shewharta dotyczące przyczyn losowych i specjalnych było przełomem w dziedzinie ograniczania zmienności. Gdy zmienność procesu jest duża, wówczas nie można przewidzieć, jaki będzie następny produkt, ani co będzie się działo w miarę upływu czasu. Z punktu widzenia systemu zapewnienia jakości, taka sytuacja jest nie do zaakceptowania, dlatego stała się przyczyną rozwinięcia koncepcji statystycznego sterowania procesami (SPC – Statistical Process Control). SPC pozwala na monitorowanie i przewidywanie stanu procesu, a także nadzorowanie poszczególnych składników procesu produkcyjnego, tzn. maszyn i urządzeń technologicznych, aparatury pomiarowej, kadry pracowniczej.

Typowy algorytm wdrażania i doskonalenia procesów z wykorzystaniem SPC można przedstawić w postaci następujących kroków [6]:

1. Doprowadzenie do stanu uregulowania procesu poprzez identyfikację i wyeliminowanie tzw. wyznaczalnych przyczyn rozregulowania (karty kontrolne Shewharta).
2. Określenie zdolności jakościowej procesu do spełnienia wymagań klienta wewnętrznego lub zewnętrznego (współczynniki  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ).
3. W przypadku stwierdzenia niedostatecznej zdolności procesu dążenie do jej poprawy poprzez redukcję zmienności własnej procesu.
4. Utrzymanie „zdolnego” procesu pod kontrolą statystyczną poprzez identyfikację i eliminowanie przyczyn wyznaczalnych.
5. Okresowa analiza zdolności jakościowej procesu w celu jej stałej poprawy i utrzymanie „zdolnego” procesu w stanie uregulowanym (punkt 4).

## 2. KARTY KONTROLNE W STATYSTYCZNYM STEROWANIU PROCESAMI

Statystyczne sterowanie procesami możliwe jest dzięki statystycznej analizie danych zebranych w czasie realizacji procesu. Głównym narzędziem, które w tym przypadku jest wykorzystywane, to karty kontrolne Shewharta. Projektowanie kart kontrolnych opiera się na założeniu, że zmienność procesu produkcyjnego jest wynikiem występowania dwóch rodzajów przyczyn: systematycznych i przypadkowych, które scharakteryzowano w rozdziale 1.

Prowadzenie karty kontrolnej polega na graficznym rejestrowaniu wartości wybranego parametru lub parametrów statystycznych obliczanych z wyników oddzielnych próbek pobranych z bieżącej produkcji. W trakcie opracowywania kart kontrolnych należy ustalić odstęp czasu między kolejnymi próbkami oraz liczebność próbki. Nie można przyjąć tutaj ogólnych reguł. Częstość zbierania danych może zależeć od kosztów pobierania i analizowania próbek, a liczebność próbki od uwarunkowań praktycznych. Na karcie wyznaczane są linie kontrolne pokazujące granice naturalnej zmienności.

Stosowanie kart kontrolnych umożliwia:

- ocenę, czy w wyniku realizacji procesu, możliwe jest uzyskiwanie wyrobów lub usług odpowiadających stawianym wymaganiom,
- kształtowanie i regulowanie procesu produkcji,
- określenie, kiedy nastąpiło rozregulowanie procesu produkcyjnego oraz określenie przyczyn tego stanu i sposobów doprowadzenie procesu do stanu uregulowanego,
- zbieranie informacji o procesie celem dalszych analiz szczegółowych,
- prezentacja w formie graficznej zmienności badanych parametrów statystycznych.

W zależności od kontrolowanej cechy produktu lub usługi, karty kontrolne można podzielić na stosowane:

- Przy właściwościach liczbowych – cechach dających się zmierzyć. Karty takie uwzględniają jedną cechę. W przypadku, gdy zachodzi potrzeba zbadania większej liczby cech, wówczas prowadzi się tyle kart kontrolnych, ile jest wyróżnionych cech. Z reguły jednak analiza właściwości i funkcji, jaką ma spełnić kontrolowany produkt, pozwala na wyróżnienie cechy bądź kilku cech wiodących, determinujących jakość produktu.
- Przy ocenie alternatywnej – odpowiednie zmienne diagnostyczne definiuje się jako zerojedynkowe zmienne losowe (spełnia / nie spełnia, zgodna z wymaganiami / niezgodna z wymaganiami, sztuka

dobra / sztuka niedobra). Charakteryzują się tym, że liczba cech badanych może być bardzo duża i mogą to być cechy zarówno jakościowe, jak i ilościowe. Dla ocen ilościowych musi być zawsze określona wielkość graniczna, której przekroczenie klasyfikuje sztukę jako niedobłą.

Do najczęściej wykorzystywanych w praktyce przemysłowej kart kontrolnych Shewharta zaliczamy [1, 3, 4, 12]:

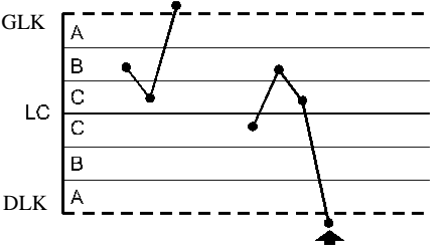
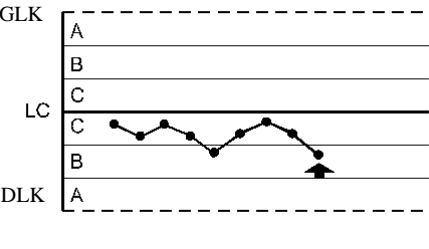
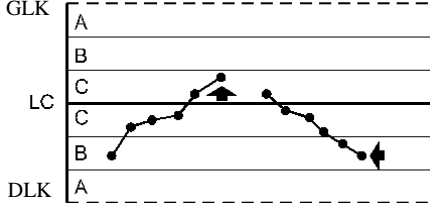
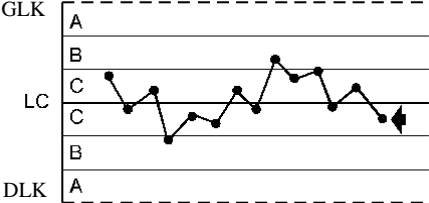
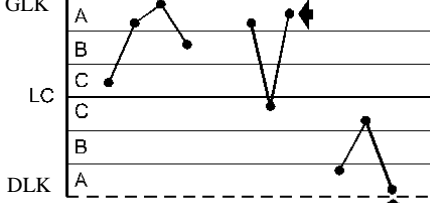
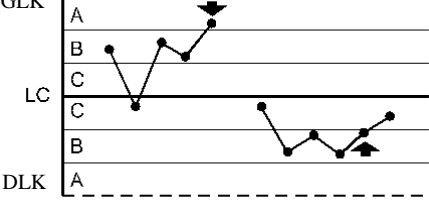
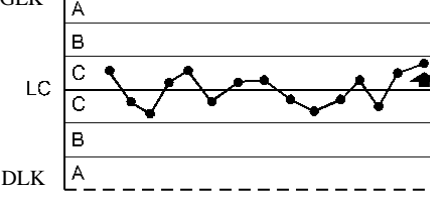
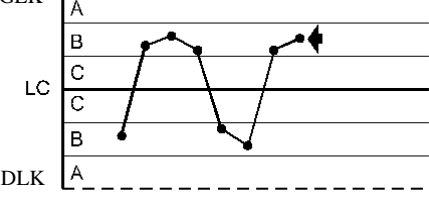
- a) karty kontrolne dla cech ocenianych liczbowo (mieralne):
- karta wartości średniej ( $\bar{x}$ -średnie) i rozstępu ( $R$ ) – karta  $\bar{x} - R$ ,
  - karta wartości średniej ( $\bar{x}$ -średnie) i odchylenia standardowego ( $s$ ) – karta  $\bar{x} - s$ ,
  - karta pojedynczych obserwacji ( $x_i$ ) i ruchomego rozstępu ( $R$ ) – karta  $x_i - R$ ,
  - karta mediany ( $Me$ ) i rozstępu ( $R$ ) – karta  $M - R$ ,
  - karta średniej ruchomej – karta  $\bar{x}_R$ ,
  - karta sum skumulowanych,
- b) karty kontrolne dla cech ocenianych alternatywnie (niemierzalne):
- karta frakcji jednostek niezgodnych – karta  $p$ ,
  - karta liczby jednostek niezgodnych – karta  $np$ ,
  - karta liczby niezgodności – karta  $c$ ,
  - karta liczby niezgodności na jednostkę – karta  $u$ .

Kluczowa jest właściwa interpretacja kart kontrolnych. W literaturze przedmiotu spotyka się wiele przykładów ułożenia kolejnych punktów na karcie kontrolnej, wskazujących na możliwość występowania przyczyn wyjątkowych. Najbardziej znane są testy przyczyn wyznaczalnych podane przez L.S. Nelsona, a które zostały przez normę PN-ISO 8258 + AC1 uznane za podstawowe przy interpretacji konfiguracji punktów na kartach kontrolnych (tabela 1) [8, 10].

Interpretując otrzymane karty kontrolne często wykorzystywana jest terminologii właściwa dla ruchu drogowego. Proces ma światło zielone, gdy przebiega w sposób kontrolowany statystycznie, czyli wszystkie punkty mieszczą się pomiędzy liniami kontrolnymi i nie występują konfiguracje punktów sformułowane przez Nelsona. W praktyce wykorzystuje się również tzw. górne i dolne linie ostrzegawcze, których przekroczenie jest ostrzeżeniem, że zmienność procesu może stracić swoją przypadkowość. Mówi się wtedy o świetle żółtym. Proces ma światło czerwone, gdy pojawiają się przyczyny wyjątkowe zakłócające jego normalny przebieg. Oznacza to, że proces należy zatrzymać, przyczyny zidentyfikować i dokonać właściwej korekty w procesie [8].

Stosowanie kart kontrolnych niesie ze sobą ryzyko popełnienia dwóch rodzajów błędów. Tzw. błąd pierwszego rodzaju występuje, gdy badany proces jest uregulowany, ale na karcie pojawia się jeden z sygnałów Nelsona. Operator traktuje to jako rozregulowanie procesu, poszukuje przyczyny rozregulowania i podejmuje niepotrzebne działania, pociągające za sobą koszty i mogące pogorszyć sytuację. Z błędem drugiego rodzaju mamy do czynienia wówczas, gdy analizowany proces nie jest uregulowany, a na karcie nie występują typowe konfiguracje punktów mogące wskazywać na występowanie przyczyn wyznaczalnych. Pracownik odczytuje proces jako statystycznie uregulowany i nie podejmuje działań korygujących z powodu braku odpowiednich ku temu przesłanek. Niewykrycie przyczyn specjalnych to utracona okazja do poprawy. Takie straty mogą być bardzo kosztowne, m.in. poprzez wzrost produkcji wadliwych sztuk, tym bardziej, że przyczyny specjalne mają tendencję do powtarzającego się i coraz intensywniejszego występowania.

**Tab. 1.** Testy przyczyn wyznaczalnych (konfiguracje punktów wskazujące na występowanie przyczyn wyznaczalnych) [10]

 <p>Jeden punkt poza strefą A</p>	 <p>Dziewięć kolejnych punktów w strefie C lub poza nią po tej samej stronie linii centralnej</p>
 <p>Sześć kolejnych punktów stale rosnących lub malejących</p>	 <p>Czternaście punktów po kolei przemiennie rosnących i malejących</p>
 <p>Dwa z trzech kolejnych punktów w strefie A lub poza nią</p>	 <p>Cztery z pięciu kolejnych punktów w strefie B lub poza nią</p>
 <p>Piętnaście kolejnych punktów w strefie C powyżej lub poniżej linii centralnej</p>	 <p>Osiem kolejnych punktów po obu stronach linii centralnej, lecz żaden w strefie C</p>

### 3. WYBRANE KARTY KONTROLNE W OCENIE PROCESÓW LOGISTYCZNYCH

Wykorzystanie kart dla cech ocenianych alternatywnie przedstawiono na przykładzie wybranego procesu logistycznego, a mianowicie badania jakości usług firmy kurierskiej. Przyjęto 25 próbek badawczych (25 kolejnych dni) – każda obejmowała 50 losowo wybranych klientów każdego dnia. Podczas badania telefonicznego pytano klientów o cztery aspekty związane z usługą dostarczania przesyłek:

- czas dostarczenia przesyłki,

- koszt dostawy,
- stan otrzymanej przesyłki,
- jakość obsługi przez kuriera.

Klientów proszono o ocenę każdego ze wskazanych elementów w skali od 1 do 5, gdzie 5 to ocena najwyższa, 1 – ocena najniższa. Ponadto, poproszono klientów o ogólną ocenę usługi również w skali od 1 do 5. Przyjęto, że oceny 4 i 5 to oceny pozytywne, natomiast oceny poniżej 4 punktów to oceny negatywne.

Analizie z wykorzystaniem wybranych kart kontrolnych poddano:

- wyniki dotyczące ogólnej jakości usługi – analizie poddano kształtowanie się liczby ocen negatywnych,
- wyniki dotyczące oceny poszczególnych aspektów usługi – analizie poddano łączną liczbę ocen szczegółowych na poziomie 3 i mniej punktów, bez podziału na przyjęte obszary (łączna liczba pytań szczegółowych, którym przyporządkowano poniżej 4 punktów).

Wyniki badania, stanowiące podstawę do utworzenia kart kontrolnych, przedstawiono w tabeli 2.

**Tab. 2.** Wyniki badania dotyczącego jakości usług świadczonych przez firmę kurierską

Numer próbki	Liczba niezadowolonych klientów (liczba ocen negatywnych dotyczących ogólnej jakości usługi)	Odsetek niezadowolonych klientów	Łączna liczba negatywnych ocen szczegółowych
1	5	0,10	12
2	7	0,14	14
3	5	0,10	9
4	8	0,16	20
5	4	0,08	10
6	5	0,10	14
7	6	0,12	16
8	3	0,06	10
9	5	0,10	11
10	7	0,14	19
11	11	0,22	25
12	5	0,10	10
13	3	0,06	10
14	6	0,12	19
15	8	0,16	20
16	5	0,10	17
17	4	0,08	11
18	8	0,16	17
19	8	0,16	21
20	5	0,10	14
21	7	0,14	17
22	4	0,08	14
23	8	0,16	19
24	6	0,12	15
25	5	0,10	12
Średnia	<b>5,92</b>	<b>0,1184</b>	<b>15,04</b>

Pierwsza wygenerowana karta to karta  $p$ , która została utworzona dla oceny ogólnej usługi. Linie centralną ( $LC$ ) oraz linie kontrolne ( $GLK$  – górna linia kontrolna,  $DLK$  – dolna linia kontrolna) wyznaczono na podstawie formuł:

$$LC = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (1)$$

$$GLK = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} \quad (2)$$

$$DLK = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} \quad (3)$$

gdzie:

- $x_i$  – liczba jednostek niezgodnych w próbce (liczba negatywnych ocen w badaniu),
- $n_i$  – licznosc próbki  $i$  ( $i = 1, \dots, k$ ),
- $\bar{n}$  – srednia licznosc próbek,
- $k$  – liczba próbek,
- $\bar{p}$  – srednia frakcja jednostek niezgodnych (sredni udzial procentowy ocen negatywnych).

Karta kontrolna  $p$  moze zostac utworzona zarowno dla próbek o stalej, jak i zmiennej licznosci.

Dość powszechnie w praktyce przemysłowej można spotkać się z nieuwzględnianiem dolnych linii kontrolnych na kartach kontrolnych dla cech ocenianych alternatywnie. Wynika to z dwóch powodów [4]:

- ważniejsze, z praktycznego punktu widzenia, wydaje się stwierdzenie zwiększenia średniej wadliwości w procesie niż jej zmniejszenia,
- często zdarza się, że dolna linia kontrolna przyjmuje wartość ujemną.

Należy jednak zauważyć, że dolna linia kontrolna może posłużyć jako potwierdzenie udoskonalenie analizowanego procesu, czyli zmniejszenie średniej wadliwości lub liczby wad. W przypadku otrzymania ujemnej wartości dolnej linii kontrolnej, przyjmuje się  $DLK$  równą 0.

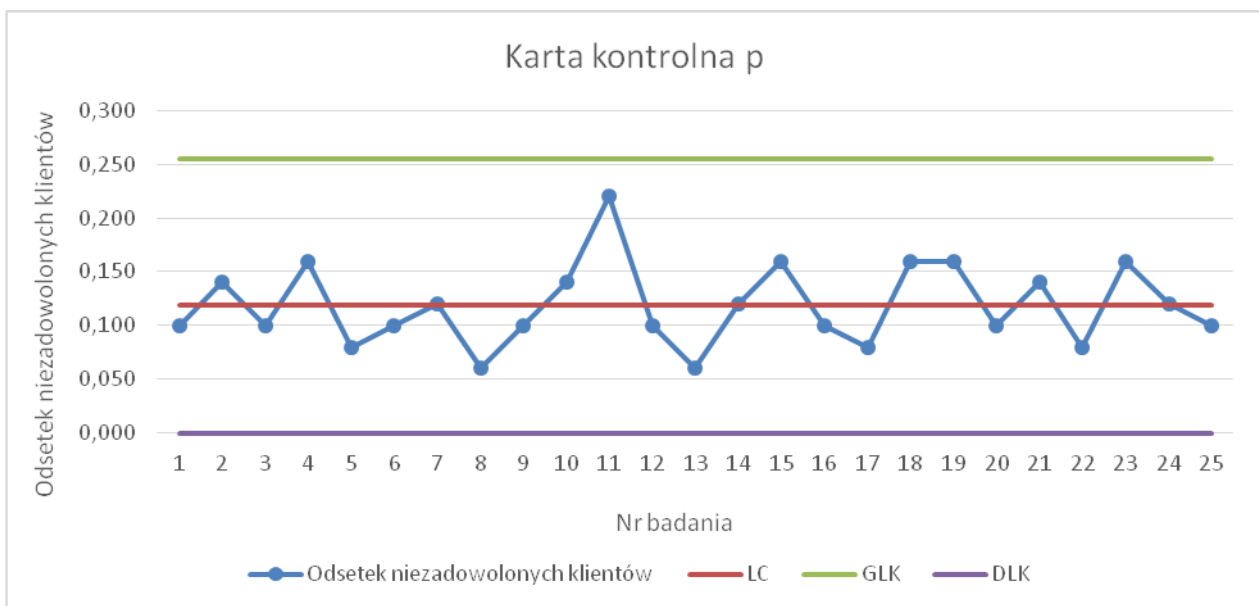
Otrzymane wartości niezbędne do zaprojektowania karty kontrolnej  $p$ :

$$LC = 0,1184,$$

$$GLK = 0,2555,$$

$$DLK = -0,0187 \text{ (przyjęto } DLK = 0).$$

Kartę kontrolną  $p$ , sporządzoną na podstawie badania dotyczącego udziału niezadowolonych klientów, przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Karta kontrolna  $p$  – odsetek niezadowolonych klientów

Druga utworzona karta to karta  $c$ , która może dostarczyć nieco więcej informacji niż karta  $p$ . Karta  $c$  służy do analizy liczby niezgodności w próbce o stałej liczności, w naszym przykładzie – liczby szczegółowych ocen negatywnych w badaniu. W przeciwieństwie do karty  $p$ , karta  $c$  możliwa jest do skonstruowania tylko w przypadku próbek o stałej liczności.

Linie centralną oraz linie kontrolne wyznaczono na podstawie formuł:

$$LC = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{k} \quad (4)$$

$$GLK = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (5)$$

$$DLK = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (6)$$

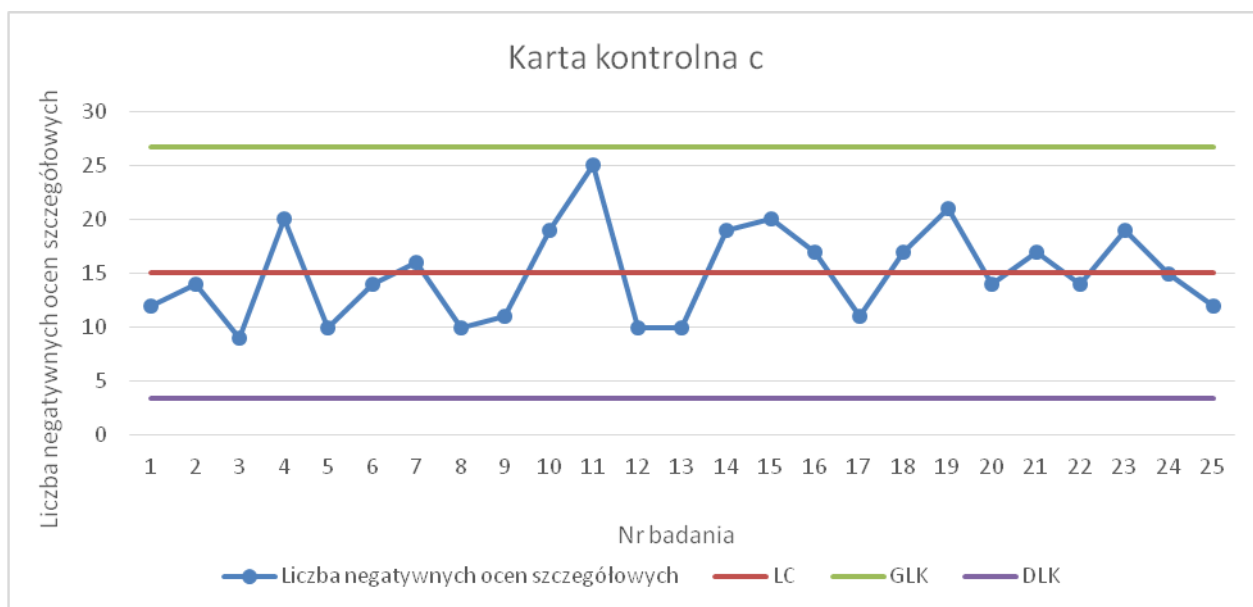
gdzie:

- $c_i$  – liczba niezgodności w próbce (liczba negatywnych ocen szczegółowych w badaniu),
- $\bar{c}$  – średnia liczba niezgodności w próbce,
- $k$  – liczba próbek.

Otrzymane wartości do zaprojektowania karty kontrolnej  $c$ :

$$\begin{aligned} LC &= 15,04, \\ GLK &= 26,67, \\ DLK &= 3,41. \end{aligned}$$

Kartę kontrolną  $c$ , sporządzoną na podstawie badania dotyczącego liczby negatywnych ocen szczegółowych, przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Karta kontrolna  $c$  – liczba negatywnych ocen szczegółowych

Analizując otrzymane karty można stwierdzić, że w żadnym badaniu, ani dotyczącym ogólnej oceny jakości usług ani dotyczącym ocen szczegółowych, liczba ocen negatywnych nie wychodzi poza „naturalny” poziom zmienności – żaden z punktów nie wykracza poza przyjęte linie kontrolne. Co więcej, nie występuje żadna konfiguracja punktów mogących wskazywać na występowanie przyczyn wyjątkowych (tabela 1). Jedynie w próbce nr 11 zauważalne są większe liczby ocen negatywnych (zarówno na karcie  $p$ , jak i karcie  $c$ ), jednak nie przekraczają one liczb wyznaczających linie kontrolne na obu kartach. Można zatem uznać, że proces jest kontrolowany statystycznie



i oddziałują na niego jedynie przyczyny losowe, systematyczne. Wystąpienie tzw. sygnałów Nelsona (testów przyczyn wyznaczalnych) wymagałyby odpowiedniej interpretacji oraz znalezienia przyczyn rozregulowania. Wśród takich przyczyn można by wymienić: zatrudnienie nowych kurierów, zbyt dużą liczbę paczek do rozwiezienia w ciągu dnia, niewłaściwe załadowanie samochodu itp. Nie ma jednej interpretacji występowania przyczyn wyjątkowych, analiza przyczyn zależy od specyfiki funkcjonowania firmy.

Jako ostatnią opracowano kartę kontrolną  $p$  dla frakcji paczek uszkodzonych w dostawie. Dane do utworzenia karty przedstawiono w tabeli 3.

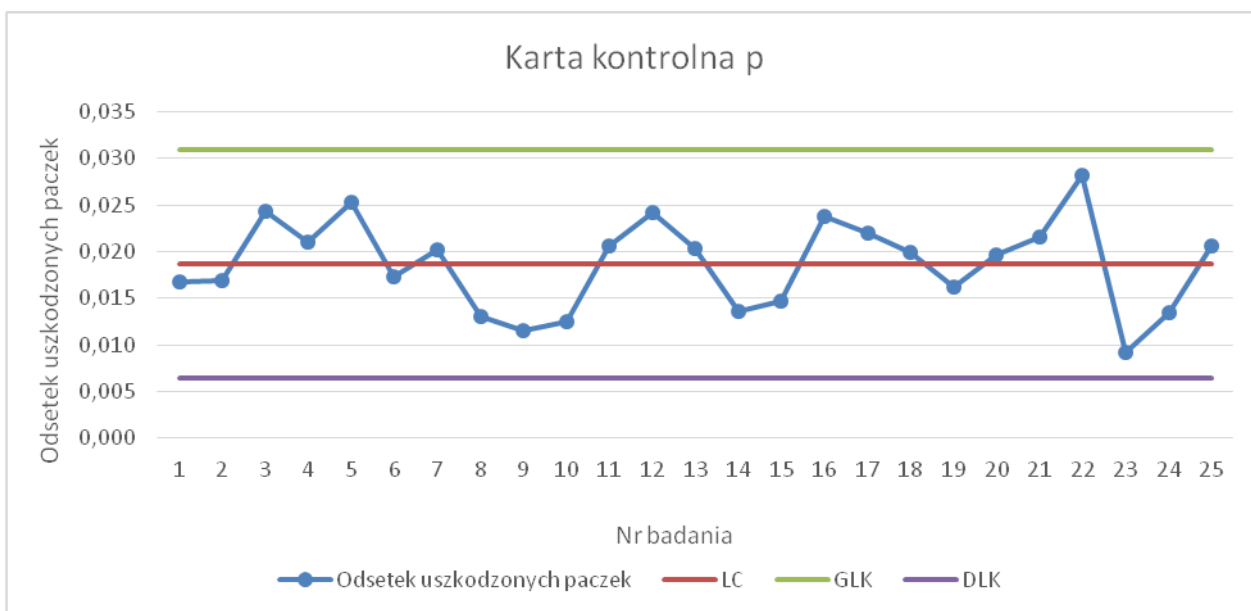
**Tab. 3.** Wyniki badania dotyczącego jakości usług świadczonych przez firmę kurierską

Numer próbki	Liczba paczek	Liczba uszkodzonych paczek	Odsetek uszkodzonych paczek
1	1254	21	0,017
2	1124	19	0,017
3	987	24	0,024
4	998	21	0,021
5	1109	28	0,025
6	1094	19	0,017
7	1238	25	0,020
8	1074	14	0,013
9	1035	12	0,012
10	1202	15	0,012
11	1119	23	0,021
12	994	24	0,024
13	932	19	0,020
14	1254	17	0,014
15	1221	18	0,015
16	1176	28	0,024
17	1181	26	0,022
18	1106	22	0,020
19	1049	17	0,016
20	967	19	0,020
21	1065	23	0,022
22	923	26	0,028
23	973	9	0,009
24	1191	16	0,013
25	1069	22	0,021
Średnia	<b>1093,4</b>	<b>20,28</b>	<b>0,0187</b>

Linie centralną oraz linie kontrolne wyznaczono na podstawie formuł (1), (2) i (3):

$$\begin{aligned}
 LC &= 0,0187, \\
 GLK &= 0,0310, \\
 DLK &= 0,0064.
 \end{aligned}$$

W przeciwieństwie do pierwszej utworzonej karty, w tym przypadku mamy do czynienia z próbkami o zmiennej liczności. Otrzymałą kartę kontrolną  $p$ , sporządzoną na podstawie badania dotyczącego udziału uszkodzonych w dostawie paczek, przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Karta kontrolna  $p$  – odsetek uszkodzonych paczek

Podobnie, jak w przypadku wcześniejszych kart, można stwierdzić, że na proces nie oddziałują przyczyny specjalne, tzn. liczba uszkodzonych paczek mieści się „w normie”, czyli naturalnym przedziale zmienności. Nie można zauważyć, aby w wybranych okresach badania była znacząco wyższa bądź niższa od przeciętnego poziomu. Co prawda, średnia z próbki nr 22 znajduje się blisko *GLK*, a z próbki nr 23 blisko *DLK*, jednak w obu przypadkach linie kontrolne nie zostały przekroczone. Dlatego też można stwierdzić, że z punktu widzenia liczby paczek uszkodzonych proces dostawy jest ustabilizowany, co oczywiście nie znaczy, że jest doskonały.

## WNIOSKI

W warunkach globalizacji i dużej konkurencji na rynku, oferowanie produktów i usług o jak najwyższej jakości ma zasadnicze znaczenie dla przedsiębiorców. Co więcej, wysoka jakość, a tym samym satysfakcja klienta i sukces rynkowy firmy, nie są dane raz na zawsze. Zapewnienie odpowiedniej jakości produkcji i usług wymaga stałego stosowania właściwie dobranych metod i narzędzi umożliwiających analizę i ocenę realizowanych procesów. Kontrola jakości powinna mieć charakter czynny, a nie bierny, dlatego niezwykle ważne jest ciągłe monitorowanie procesów, analizowanie ich zmienności oraz badanie zdolności jakościowej. Działania doskonalące powinny być prowadzone zgodnie z cyklem Deminga PDCA, który jest uniwersalną zasadą wykorzystywaną nie tylko w odniesieniu do sterowania procesami, gdyż opiera się na fundamentalnej zasadzie, według której doskonalenie jakości w organizacji jest procesem, który nigdy nie ma końca.

Analizując zaprezentowane karty kontrolne, nie ulega wątpliwości, że poziom zadowolenia klientów z oferowanych usług nie będzie identyczny w kolejnych badanych próbkach, co wynika z zakłóceń wpływających na przebieg analizowanego procesu. Karta kontrolna pozwala jednak na oddzielenie zakłóceń o charakterze systematycznym (losowym) od zakłóceń specjalnych (przypadkowych). Dopóki zebrane w poszczególnych próbkach wyniki mieszczą się w granicach linii kontrolnych oraz nie układają się w konfiguracje właściwe dla testów przyczyn wyznaczalnych, należy uznać, że obserwowana zmienność procesu jest spowodowana czynnikami losowymi. W przeciwnym wypadku możemy mówić o rozregulowaniu procesu, co wymaga podjęcia działań korygujących.

Należy podkreślić, że karty kontrolne są jedynie narzędziem diagnostycznym. Od operatora analizującego i interpretującego otrzymany układ punktów na karcie zależy, czy diagnoza będzie właściwa i czy odpowiednio zostaną określone i podjęte działania mające na celu wyeliminowanie ewentualnych nieprawidłowości.

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono możliwość wykorzystania wybranych kart kontrolnych Shewharta do analizy i oceny procesów logistycznych. Omówiono istotę zmienności procesów charakteryzując przyczyny zmienności: losowe oraz wyznaczalne. Przedstawiono metodę statystycznego sterowania procesami w kontekście ograniczania zmienności procesów realizowanych w organizacjach. Scharakteryzowano karty kontrolne jako główne narzędzie SPC, z podziałem na karty dla cech ocenianych liczbowo oraz cech ocenianych alternatywnie. Zaprezentowano wytyczne w zakresie interpretowania kart kontrolnych ze szczególnym uwzględnieniem testów przyczyn wyznaczalnych zaproponowanych przez L.S. Nelsona. W dalszej części pracy przedstawiono przykłady kart kontrolnych opracowanych dla wybranych procesów logistycznych – badania jakości usług firmy kurierskiej. Skonstruowano trzy karty dla cech ocenianych alternatywnie: dwie karty  $p$  oraz jedną kartę  $c$ . Całość podsumowano wnioskami.

**Słowa kluczowe:** jakość, doskonalenie procesów, statystyczne sterowanie procesami SPC, karty kontrolne Shewharta

**Using of selected Shewhart control charts in the assessment of logistics processes****Abstract**

The paper presents the possibility of using selected Shewhart control charts for the analysis and assessment of logistics processes. The essence of the process variability has been discussed. Common and special causes of variability have been characterized. The method of statistical process control has been presented in the context of reducing the process variability in organizations. Control charts as the main tool of SPC have been characterized. The classification of control charts according to the type of quality characteristic that are supposed to be monitored has been shown: control charts for variables and control charts for attributes. Guidelines for interpreting control charts with particular emphasis on Nelson's tests have been presented. Examples of control charts for selected logistics processes – research of courier service quality – have been demonstrated in the following part of the paper. Three charts for attributes have been constructed: two  $p$  charts and one  $c$  chart. The paper is summarized with conclusions.

**Keywords:** quality, process improvement, statistical process control SPC, Shewhart control charts

**BIBLIOGRAFIA**

1. Czyżewski B., Metody statystyczne w sterowaniu jakością procesów technologicznych (1). Problemy Jakości 2010, nr 2, s. 22-26.
2. Durlik I., Reengineering i technologia informatyczna w restrukturyzacji procesów gospodarczych. WNT, Warszawa 2002.
3. Hamrol A., Mantura W., Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. PWN, Warszawa 2013.
4. Kolman R. (red.), Zarządzanie jakością. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1996.
5. Koronacki J., Statystyka w kompleksowym zarządzaniu jakością. [www.statsoft.pl](http://www.statsoft.pl), dostęp 25.02.2015.
6. Malinowski P., Kołosowski M., Biskupski A., Zapewnienie jakości produkcji granulowanych nawozów mineralnych. [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, tom II, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2015, s. 308-319.
7. Matuszek J., Tendencje rozwojowe systemów wspomagania projektowania procesów produkcyjnych. Przegląd Mechaniczny 1998, nr 17/18, s. 5-13.
8. Nierzwicki W. (red.), Zarządzanie jakością. Wybrane zagadnienia. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 1999.
9. Norma PN-EN ISO 9001:2009 – Systemy zarządzania jakością. Wymagania. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2009.
10. Norma PN-ISO 8258:1996P – Karty kontrolne Shewharta. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1996.
11. Oakland J.S., Statistical Process Control. Routledge, London – New York 2011.
12. Sałaciński T., SPC – statystyczne sterowanie procesami produkcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009
13. Zymonik Z., Hamrol A., Grudowski P., Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem. PWE, Warszawa 2013.