

Wykorzystanie kart kontrolnych do analizy sprawozdań finansowych

Autor: Janusz Niezgoda

Abstrakt

Karty kontrolne Shewharta zostały opracowane na początku lat 20. XX wieku. Jednym z celów ich zastosowania było dostarczenie możliwie wygodnych narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji dotyczących procesów produkcyjnych. Ze względu na rodzaj danych, które można analizować z ich użyciem, znajdują również inne zastosowania. Z. Pawłowski zaproponował modyfikację typowej karty kontrolnej do prognozowania (Pawłowski 1969, Zadora 1974). Celem niniejszego opracowania jest pokazanie propozycji śledzenia zmian w sprawozdaniach finansowych przy wykorzystaniu kart kontrolnych w celu prognozowania ewentualnych sygnałów wskazujących na możliwość bankructwa firm.

Słowa kluczowe: karty kontrolne, wskaźniki finansowe, prognozowanie

JEL: C00, G33

Karty kontrolne Shewharta

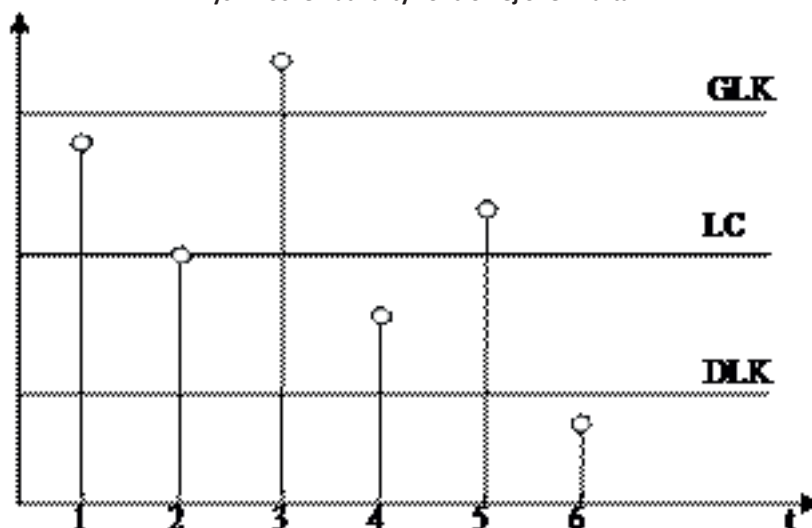
Karty kontrolne zostały wprowadzone do użytku w latach 20. ubiegłego wieku. Ich twórcą był Walter A. Shewhart. Zauważył on, że zmienne opisujące procesy produkcyjne, które analizował, posiadają rozkłady normalne i naturalną zmienność w przedziale średnia minus/plus trzy odchylenia standardowe. Proces, którego średnia mieści się w tym przedziale, jest uznawany za **ustabilizowany (uregulowany)**. Jeżeli średnia procesu przyjmie wartości nie należące do przedziału naturalnej zmienności, to stwierdza się wystąpienie **sygnału o rozregulowaniu** na skutek zaistnienia **przyczyn specjalnych**. Prawdopodobieństwo uzyskania wartości średniej z próby nienależącej do wspomnianego przedziału, w sytuacji gdy w rzeczywistości ona należy, wynosi około 0,0027. Wykorzystując te fakty, Shewhart opracował procedury monitorujące, których głównym elementem zostały wykresy nazywane kartami kontrolnymi.

W przypadku monitorowania procesu charakteryzowaną wielkością będącą nominantą na typowej karcie kontrolnej naniesiona jest linia

centralna (*LC*) oraz linie wyznaczające zakres typowej zmienności analizowanej statystyki: górna linia kontrolna (*GLK*) i dolna linia kontrolna (*DLK*). Punkty świadczące o rozregulowaniu procesu znajdują się powyżej górnej lub poniżej dolnej linii kontrolnej (rys. 1), które stanowią granice regulacji procesu. W przypadku, gdy monitorowana charakterystyka jest stymulantą, granicę regulacji stanowi *DLK*. Punkty, które znajdują się poniżej *DLK*, świadczą o rozregulowaniu. Dla wielkości będących destymulantami wykreśla się *GLK*. Punkty znajdujące się powyżej *GLK* świadczą o rozregulowaniu. Opisane rodzaje sygnałów są tzw. punktowymi sygnałami o rozregulowaniu.

Do monitorowania procesów opisywanych zmiennymi o normalnym rozkładzie prawdopodobieństwa najczęściej stosowane są karty kontrolne \bar{x} , $\bar{x} - s$, $\bar{x} - r$. Parametry kart kontrolnych (poziomy *LC*, *GLK* i *DLK*) wyznaczone są z zastosowaniem metody projektowej (normatywnej) lub metody stabilizacyjnej. W metodzie projektowej poziom *LC* jest zdeterminowany wartością wynikającą z dokumentacji wytwarzanego produktu (Iwasiewicz 2005: 273–281).

Rys. 1. Schemat karty kontrolnej Shewharta



Źródło: opracowanie własne

Jeżeli wartości normatywne nie są dostępne, to położenie LC wyznaczone jest na podstawie wstępnej obserwacji procesu i jest ona wykreślana na poziomie średniej \bar{x} dla tego okresu. (Szczegółowy opis postępowania można znaleźć w pracach: Iwasiewicz 2005: 282–297, Hamrol 2007: 440–443). Charakterystyką z próby dla karty kontrolnej \bar{x} jest średnia wartości uzyskanych z próby dla okresu t (\bar{x}_t). Parametry linii kontrolnych mogą być wyznaczone na podstawie wzorów:

$$GLK = \bar{x} + u_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

$$DLK = \bar{x} - u_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

gdzie: n – liczebność próbki,
 s – estymator odchylenia standardowego uzyskany na podstawie badania wstępnego procesu,
 $u/\sqrt{2}$ – kwantyl rozkładu normalnego.
 W praktyce często przyjmuje się $u/\sqrt{2} = 3$, wówczas:

$$GLK = \bar{x} + 3 \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$$DLK = \bar{x} - 3 \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

W przypadku, gdy odchylenie standardowe jest szacowane na podstawie średniego rozstępu z próby \bar{R} , to linie kontrolne opisane są wzorami:

$$GLK = \bar{x} + 3 \frac{\bar{R}}{d_n \sqrt{n}} \quad (5)$$

$$DLK = \bar{x} - 3 \frac{\bar{R}}{d_n \sqrt{n}} \quad (6)$$

gdzie: d_n – współczynnik odczytany z tablic (PN-ISO 8258+ACI: 1996).

W przypadku zaistnienia sytuacji, w której pobranie próby o liczności większej niż jeden jest niemożliwe lub jest nieuzasadnione ze względu na ponoszone koszty, można zastosować zmodyfikowaną kartę kontrolną \bar{x} . Modyfikacja polega na poborze jednoelementowej próby.

Ponieważ w takim przypadku nie istnieje możliwość oszacowania rozstępu w próbce, parametry linii kontrolnych wyznaczone są na podstawie średniego rozstępu pomiędzy kolejnymi pomiarami. Na podstawie wzorów (5) i (6) podstawiając:

$$E_3 = 3 \frac{1}{d_2 \sqrt{n}} \quad (7)$$

otrzymujemy

$$GLK = \bar{x} + E_3 \bar{R} \quad (8)$$

$$DLK = \bar{x} - E_3 \bar{R} \quad (9)$$

gdzie: E_3 – współczynnik odczytany z tablic (PN-ISO 8258+ACI: 1996).

Analiza danych empirycznych

Analizie poddano wyszczególnione w tab. 1 wskaźniki finansowe wybranych przedsiębiorstw handlowych. Wybór wskaźników oparto na pracach Dębowska 2012 i Wędzki 2009. W tab. 1 podano również charakter wskaźnika, określając w ten sposób, czy badana wielkość powinna

Tabela 1. Wskaźniki finansowe

Wskaźnik	Charakter wskaźnika
Wskaźnik płynności bieżącej	nominanta
Wskaźnik płynności szybki	nominanta
Wskaźnik natychmiastowej wymagalności	nominanta
Wskaźnik zadłużenia kapitału własnego	nominanta
Wskaźnik rentowności kapitałów własnych	stymulanta
Wskaźnik rotacji należności	nominanta
Wskaźnik rotacji aktywów stałych	stymulanta
Wskaźnik rotacji aktywów	stymulanta

Źródło: opracowanie własne

przyjmować wartości należące do przedziału ograniczonego dwustronnie (nominata), czy przedział wartości pożądaných jest ograniczony oddolnie (stymulanta).

Ze względu na brak możliwości wyznaczenia średniej dla danego okresu (jedna wartość wskaźnika dla każdego okresu) zastosowano kartę kontrolną x . Parametry kart kontrolnych wyznaczono na podstawie równań (8) i (9). Niezależnie od charakteru analizowanej zmiennej określono wartości obu linii kontrolnych. Analizy przykładu dokonano zgodnie z charakterem wskaźników zaprezentowanym w tab. 1. Powodem takiego postępowania jest możliwość równoczesnego śledzenia ewentualnych korzystnych odchyżeń od wartości średnich (zob. uwagi o badaniu korzystnych zmian w przebiegu procesów, Iwasiewicz 2005: 282–300). Jakość

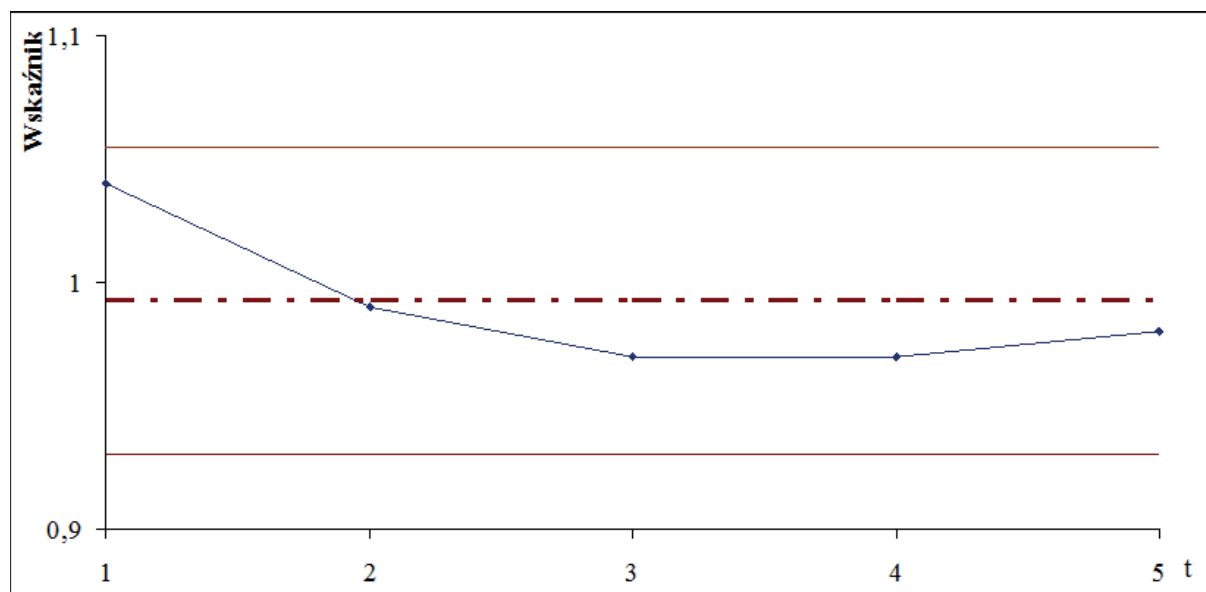
funkcjonowania karty kontrolnej jest ściśle powiązana z długością szeregu, z tego względu wybrano przedsiębiorstwa, dla których dysponowano najdłuższymi szeregami.

W analizach wykorzystano dane dotyczące zarówno przedsiębiorstw, które zbankrutowały, jak i porównawczo przedsiębiorstw będących w dobrej sytuacji finansowej.

Na rysunkach 2–9 zaprezentowano uzyskane wyniki dla jednego z przedsiębiorstw, które zbankrutowało.

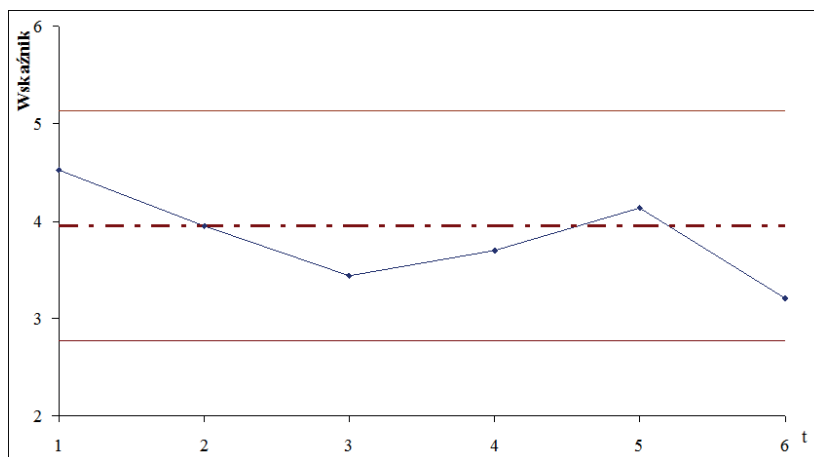
Na rys. 2 wskaźnik płynności bieżącej, rys. 3 wskaźnik rotacji należności i rys. 4 wskaźnik rotacji aktywów można zaobserwować zmienności, które można uznać za wynikające ze zmian pojawiających się w wyniku działań czynników naturalnych.

Rys. 2 Wskaźnik płynności bieżącej



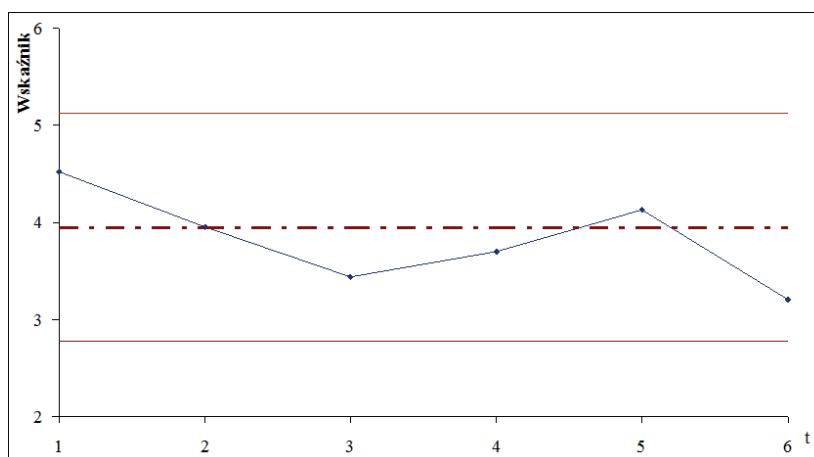
Źródło: opracowanie własne

Rys. 3 Wskaźnik rotacji należności



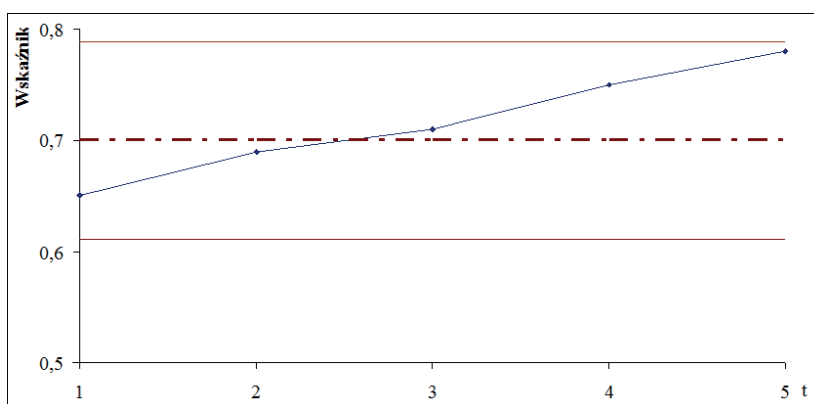
Źródło: opracowanie własne

Rys. 4 Wskaźnik rotacji aktywów



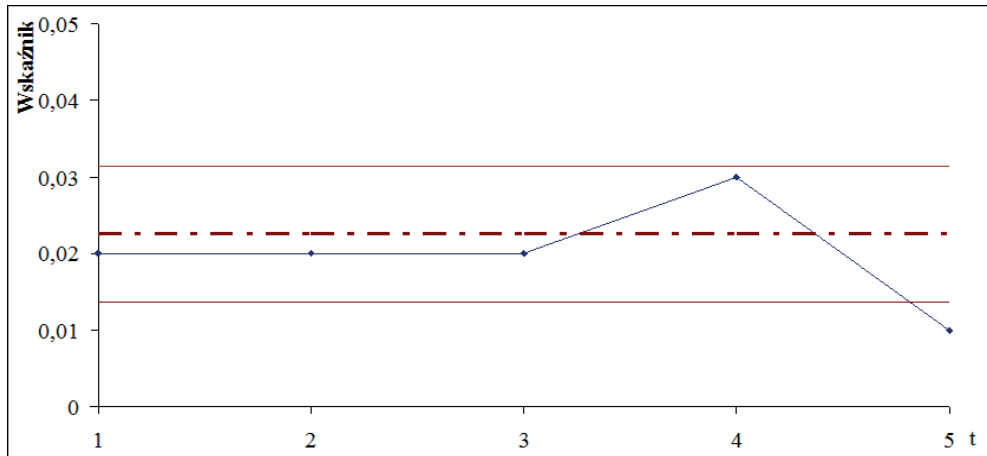
Źródło: opracowanie własne

Rys. 5 Wskaźnik płynności szybki



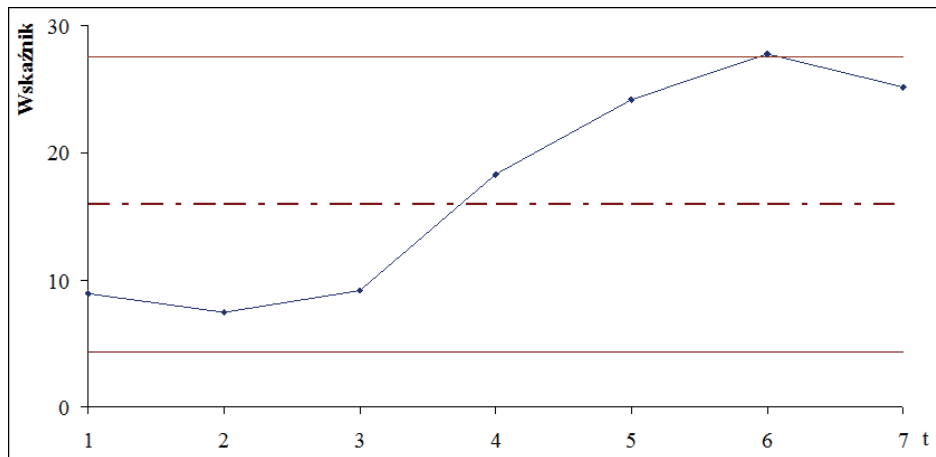
Źródło: opracowanie własne

Rys. 6 Wskaźnik natychmiastowej wymagalności



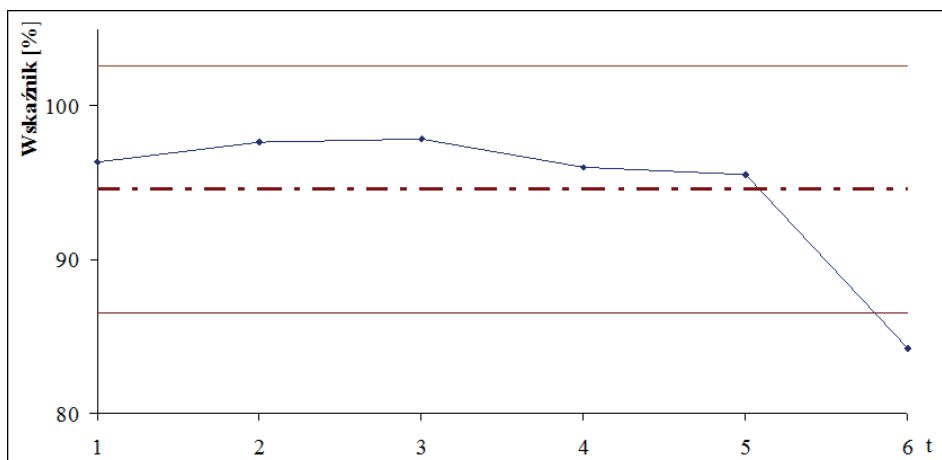
Źródło: opracowanie własne

Rys. 7 Wskaźnik zadłużenia kapitału własnego



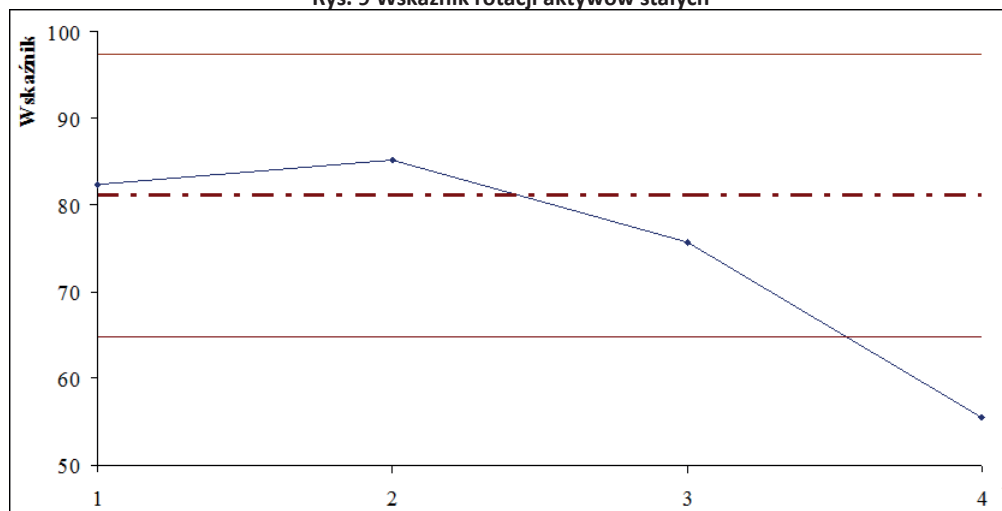
Źródło: opracowanie własne

Rys. 8 Wskaźnik rentowności kapitałów własnych [%]



Źródło: opracowanie własne

Rys. 9 Wskaźnik rotacji aktywów stałych



Źródło: opracowanie własne

Wskaźnik płynności szybki (rys. 5) wykazuje wyraźny trend wzrostowy, co może świadczyć o niekorzystnych zmianach zachodzących w finansach przedsiębiorstwa.

Na rys. 6 wskaźnik natychmiastowej wymagalności, rys. 7 wskaźnik zadłużenia kapitału własnego, rys. 8 wskaźnik rentowności kapitałów własnych, rys. 9 wskaźnik rotacji aktywów stałych występują klasyczne punktowe sygnały świadczące o rozregulowaniu. W opisywanym przypadku są to sygnały opisujące przekroczenie wartości granicznych dla badanych wskaźników.

Wnioski

Karty kontrolne zostały pierwotnie opracowane jako narzędzie służące do analizy zachowania średnich opisujących procesy produkcyjne i sterowania na tej podstawie tymi procesami. Obecnie obszar zastosowań kart kontrolnych

uległ znacznemu rozszerzeniu. Zastosowanie ich w analizach finansowych wydaje się być pożytecznym narzędziem obrazowania zmian w czasie poziomów badanych danych finansowych. Pokazane to zostało na podstawie wybranych do analizy wskaźników, które ujawniły pogarszającą się sytuację finansową opisywanego przedsiębiorstwa. I tak na przykład wskaźnik płynności szybki – tutaj posiadający wyraźny trend wzrostowy – potwierdza pogarszającą się kondycję finansową firmy. Dla części opisywanych wskaźników zaobserwowano punktowe sygnały o rozregulowaniu – przekroczeniu wartości krytycznych wskaźników. Karty kontrolne generują z wyprzedzeniem sygnały, które wskazują na pojawienie się stanów świadczących o pogarszającej się sytuacji przedsiębiorstwa. Ułatwia to decydom podjęcie stosownych decyzji odnośnie zaistniałej sytuacji. Z tego względu narzędzie to może być pomocne w analizie finansowej.

Bibliografia

Dębkowska K. (2012), *Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw za pomocą wybranych metod wielowymiarowej analizy statystycznej*, „Zarządzanie i Finanse”, vol. 10, nr 1, s. 175–184.

Hamrol A. (2007), *Zarządzanie jakością z przykładami*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.

Iwasiewicz A. (2005), *Zarządzanie jakością w przykładach i zadaniach*, Tychy, Śląskie

Wydawnictwa Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Nauk Społecznych.

Pawłowski Z. (1969), *Predykcja za pomocą kart kontrolnych*, „Przegląd Statystyczny”, vol.3–4, Warszawa.

Zadora H. (1974), *Wariant predykcji w oparciu o karty kontrolne*, „Przegląd Statystyczny”, vol.3, Warszawa

PN-ISO 8258+AC1: 1996 Karty Kontrolne Shewharta

The use of Shewhart control charts for financial statements analysis

Abstract

The Shewhart control charts were developed in the early 1920s. One of the aims of their application was to provide quite convenient tools which can help in making decisions concerning the industrial manufacturing processes. Control charts can also be used for other applications on account of analyzed data type. Professor Z. Pawlowski proposed a modification of typical control chart to forecast. The aim of the paper is to present a proposal to monitor the changes in financial statements in order to predict potential signals which show the possibility of bankruptcy.

Keywords: control charts, forecast, financial ratios

