

Roman Olejnik¹

PROCESY TECHNOLOGICZNE, POPRAWNA METODA ANALIZY OTOCZEŃ PIERŚCIENIOWYCH

Streszczenie:Prezentowanymi w rozdziale przedmiotami opracowania, są zjawiska procesów produkcyjnych występujące w świecie analiz, określane mianem: mapa stabilności i jakości w systemach Toyoty – analiza mapy ze względu na zasób punktów wynikowych przynależących do pierścieni otoczeń – tworzenie pierścieni za pomocą kolistych otoczeń wokół technicznie wybranego środka, poprzez użycie euklidesowej metryki topologicznej – analiza współczynnika zmienności ze względu na procentowy rozkład przynależności punktów wynikowych – próba interpretacji praktyczności wyniku. Zaprezentowane zjawisko techniczno – marketingowe, wraz z metodyką dojścia do wyniku (analiza całej mapy stabilności oraz poszczególnych stref) stanowi myśl przewodnią niniejszej pracy. Porównanie wyników dwóch osobnych map, w rozpatrywanym aspekcie, stanowi rozszerzenie przeprowadzanej analizy statystycznej i może być zaprezentowane w innym artykule. Tę samą analizę można przeprowadzić, używając różne typy metryk topologicznych.

Słowa kluczowe: mapa stabilności i jakości, przynależność wyników do pierścieni topologicznych, metodyka zagadnienia, metryka euklidesowa, każda strefa mapy jest badana z użyciem otoczeń o partykularnym środku.

1. Wprowadzenie

Zarządzanie i inżynieria produkcji jest najogólniejszą techniczną wiedzą o świecie, dotycząca gospodarki w aspekcie technicznym. Na metodę stosowaną w niniejszym opracowaniu składają się analizy na bazie empirycznej. Prezentowanymi przedmiotami są zjawiska występujące w świecie poznania, określane mianem: mapa stabilności i jakości w systemach Toyoty – analiza mapy ze względu na zasób punktów wynikowych przynależących do pierścieni otoczeń – tworzenie pierścieni za pomocą kolistych otoczeń technicznie wokół wybranego

¹ Prof.nadzw. dr hab. Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, Instytut Ekonometrii i Informatyki, e-mail: rmolejnikofm@op.pl

środką (poprzez użycie różnych typów metryki topologicznej, tutaj najpopularniejszej i najbardziej intuicyjnej: metryki euklidesowej) – analiza współczynnika zmienności ze względu na procentowy rozkład przynależności punktów wynikowych – próba interpretacji praktyczności wyniku. Zaprezentowane zjawisko techniczno – marketingowe, wraz z metodyką dojścia do wyniku (analiza całej mapy stabilności oraz poszczególnych stref) stanowi myśl przewodnią artykułu. Porównanie wyników dwóch osobnych map stanowi rozszerzenie przeprowadzanej analizy statystycznej i może być zaprezentowane w innym opracowaniu. Tę samą analizę można przeprowadzić używając różnych typów metryk topologicznych albo innych map dotyczących wybranych cech produkcji lub cech respondentów. Ważnym faktem merytorycznym jest tu założenie, że każda strefa mapy jest badana z użyciem otoczeń o partykularnym środku.

2. Bazy otoczeń w procesach produkcji

Topologia jest działem matematyki, który w odróżnieniu od teorii mnogości (nauki o zbiorach) bierze pod uwagę położenie danego elementu w zbiorze. Nie wnikamy w strukturę elementów badanych zbiorów. Łączy je możliwość badania ich elementów albo wielkości analogicznych do znanych z geometrii euklidesowej miar długości i kąta (Duda R.I 86).

2.1. Metryka topologiczna

Matematyka poprzez swą metodę abstrakcji, wycinając nieistotne szczegóły sprowadza pojęcie metryki (symbol: $d(x,y)$) do następujących aksjomatów:

- Dziedziną metryki (funkcji o wartościach rzeczywistych) jest zbiór wszystkich par punktów stanowiących przestrzeń X .
- Metryka przyjmuje wartości nieujemne.
 $d(x,y) \geq 0$ dla każdej pary (x,y) .

- Metryka musi spełniać warunki:

$$d(x,y) = 0 \text{ wtw. gdy } x = y \quad (1)$$

$$d(x,y) = d(y,x) \quad (2)$$

$$d(x,y) \leq d(x,z) + d(z,y). \quad (3)$$

Powyższy warunek nosi nazwę *nierówności trójkąta*.

Metryka topologiczna jest często stosowana jako najbardziej ogólna charakterystyka bliskości i dalekości, miara odległości między punktami przestrzeni liczbowych i empirycznych, podstawa do zdefiniowania okręgu w ustalonej przestrzeni, służącego do zdefiniowania otoczenia punktu w badanej przestrzeni. W niniejszej pracy, zostanie podjęta próba interpretacji metryki jako narzędzia w procesach zarządzania, mająca za zadanie przeanalizowanie położenia punktów i ich wzajemnych relacji zawartych na mapach będących wykresami instrumentów zastosowanych do zarządzania systemami produkcyjnymi. Wybrany instrumentem jest Analiza SWOT, bo zarządzanie jest nauką empiryczną, czyli wykorzystującą metodę pomiarową.

2.2. Metryka euklidesowa – ujęcie topologiczne

Przestrzeń kartezjańska 2-wymiarowa, z pitagorejskim wzorem na odległość:

$$d(x,y) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (4)$$

$$\text{Dla } x = (x_1, x_2, \dots, x_n), y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (5)$$

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

(Pierwiastek z sumy kwadratów różnic współrzędnych poszczególnych punktów).

Metryka euklidesowa w przestrzeni n wymiarowej

Analogiczną postać do wzoru Pitagorasa, przyjmuje metryka w przestrzeni stanowiącej produkt kartezjański n przestrzeni metrycznych (Duda R.I 1986).

Podprzestrzeń przestrzeni metrycznej. W analizie mapy stabilności mamy matematyczne prawo analizować każdą z jej stref składowych. Każda strefa stanowi osobną przestrzeń metryczną z rozpatrywaną metryką, zacieśnioną do danej strefy. Można osobno badać każdą część mapy, traktując ją jako podprzestrzeń metryczną. W szczególności dotyczy to stref, na jakie dzieli się poszczególne mapy stabilności.

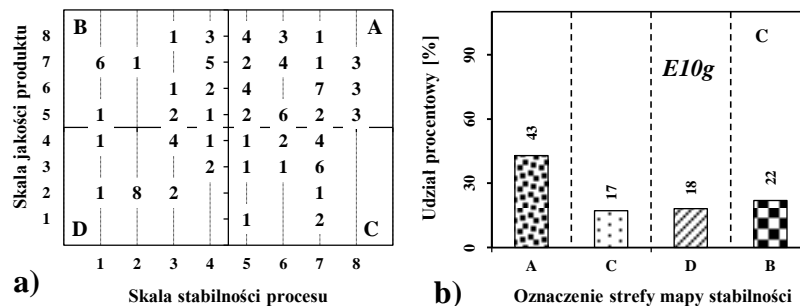
3. Analiza zawartości w pierścieniach punktów mapy stabilności – przykład empiryczny

Opracowanie przechodzi aktualnie do analizy dwu-wymiarowej mapy, będącej prezentacją punktów stanowiących wynik testu Toyoty, zawierającego odpowiedź na pytanie o jakość i stabilność procesu, wyrażoną ilościowo w postaci skali dyskretnej o wymiarach 8×8 . Każdy punkt jest oznaczony liczbą, która oznacza ilość powtarzających się wyników.

Oto etapy tego procesu analizy:

- ustalona zostaje mapa stabilności,
- wybieramy środek według motywów technicznych,
- tworzymy okręgi o promieniach, będących kolejnymi liczbami naturalnymi,
- są to punkty wynikowe testów TOYOTY, które mają wartość skalowo – ocenową, wziętą z danego przedziału, wraz z krotnością wyniku wyrażoną podaną liczbą,
- pierścienie tworzymy odejmując mnogościowo poprzednie koło od następnego.

Aktualnie zostanie zaprezentowana *mapa stabilności*, wyrażająca w sposób dwuwymiarowy, wyniki stabilności i jakości, osiągnięte w ustalonym badaniu testów systemem TOYOTY.



Rys. 1. Stabilność procesów. Charakterystyka: a) rozmieszczenia ocen na mapie stabilności procesów, b) podziału (%) ocen na strefy mapy. Obszar 10g. Źródło: opracowanie własne

Jaka cecha łączy punkty mapy, przynależące do danego pierścienia?

- Są to punkty wynikowe testów TOYOTY, które mają wartość skalowo – ocenową, wziętą z danego przedziału.
- Istotna jest wartość skalowa punktu (istotne są wartości liczbowe współrzędnych punktów wynikowych testów).
- Oraz istotną jest wartość krotnościowa (liczba oznaczająca punkt).

3.1. Metodyka analizy ilościowej

Nadszedł czas aby zaprezentować rozkłady procentowe przynależności punktów wynikowych testów do poszczególnych pierścieni. Metodycznie poprzedzić je muszą prezentacje przynależności punktów a potem skład procentowy i współczynnik zmienności odnoszący się do ciągu partykularnego stanowiącego ten rozkład procentowy. W tym opracowaniu została wybrana jako przykładowametryka Euklidesowa, która będzie użyta do

przeanalizowania statystycznego zaprezentowanych procesów technologicznych.

Tworzona rodzina pierścieni kulistych otoczeń z zastosowaniem odpowiedniej metryki stanowi ciąg figur topologicznych (pierścieni) o promieniach należących do kolejnych przedziałów liczb. Przedziały te są lewostronnie domknięte, a prawostronnie otwarte: $[0;1)$, $[1;2)$, ..., $[7;8)$.

3.2. Metryka Euklidesowa – zastosowanie analityczne

Aby zbadać przynależność określonych punktów mapy stabilności do ustalonych pierścieni otoczeniowych, trzeba znać odległość badanego punktu mapy od przyjętego środka otoczeń. Poniższa tabelka, której wyniki zostały obliczone na podstawie Twierdzenia Pitagorasa, służy do podania odległości punktu od środka, na podstawie wiedzy na ile jednostek punkt ten jest przesunięty od środka, wzdłuż prostej odciętej i rzędnej. Używając tabelki jako szablonu, początek układu, czyli środek otoczeń, utożsamiamy z punktem zero, badając na ile badany punkt jest wysunięty poziomo i pionowo, odczytujemy wynik w odpowiednim polu tablicy 1.

Tablica 1. Macierz metryki euklidesowej

7	7,07	7,28	7,61	8,06	8,6	9,21	9,89
6	6,08	6,32	6,70	7,21	7,81	8,48	9,21
5	5,09	5,38	5,83	6,40	7,07	7,81	8,6
4	4,12	4,47	5	5,65	6,40	7,21	8,06
3	3,16	3,60	4,24	5	5,83	6,70	7,61
2	2,23	2,82	3,60	4,47	5,38	6,32	7,28
1	1,41	2,23	3,16	4,12	5,09	6,08	7,07
0	1	2	3	4	5	6	7

Źródło: opracowanie własne

3.3. Analiza ilościowa pełnej mapki

W tym opracowaniu zostaną przedstawione nie tylko gotowe wyniki parametrów statystycznych, ale także metodyka ich obliczenia.

3.3.1. Podział procentowy

Podział procentowy (Struktura procentowa rodziny pierścieni utworzonych na bazie metryki topologicznej dla całości mapy liczb), utworzony na bazie podanej mapy stabilności: 1.[7,55%] (8); 2.[2,83%] (3); 3.[7,55%] (8); 4.[6,6%] (7); 5.[7,55%] (8); 6.[36,79%] (39); 7.[20,75%] (18); 8.[10,38%] (11). Symbol ten oznacza: „1” - numeracja pierścieni, „[7,55%]” – procentowy udział danego pierścienia z całości mapy wyników testowych, „(3)” – liczba punktów wynikowych, z uwzględnieniem krotności, należących do danego pierścienia).

Środkiem rodziny otoczeń będzie w tej analizie punkt o współrzędnych: jakościowej równej 2 i stabilnościowej równej 2. Powtarzalność wyniku w tym punkcie jest największą w całej mapie i wynosi 8.

Suma wartości wynikowych mapy: 106 (stała liczba w odniesieniu do danej mapy).

Średnia: $\bar{X} = 100\% / 8 = 12,50\%$. (Jest to stosunek całości – sumy wszystkich wartości, do ilości pierścieni).

3.3.2. Odchylenie standardowe i współczynnik zmienności

W sposób tabelaryczny zostaną przedstawione obliczenia pośrednie, potrzebne do uzyskania procentowej wartości *parametru odchylenia standardowego* oraz *relatywnej wartości współczynnika zmienności*.

Tablica 2. Parametry statystyczne pełnej mapy stabilności (obliczenia)

OTOCZENIE	ILOŚĆ PUNKTÓW	PROCENT (X)	$ X-E(X) $	$(X-E(X))^2$
[0;1)	8	7,55%	4,95%	24,50
[1;2)	3	2,83%	9,67%	93,51
[2;3)	8	7,55%	4,95%	24,50
[3;4)	7	6,60%	5,90%	34,81
[4;5)	8	7,55%	4,95%	24,50
[5;6)	39	36,79%	24,29%	590,00
[6;7)	22	20,75%	8,25%	68,06
[7;8)	11	10,38%	2,12%	4,49
	Suma punktów: 106	Suma procentów: 100 %	$\sum_x (X - E(X))^2$	864,37
	Średnia: $E(X) = \bar{X} = 12,5\%$		$D^2(X)$	$864,37:8 = 108,05$
		Odchylenie standardowe	$D(X)$	10,39
		Współczynnik zmienności	$V_x = D(X):E(X)$	0,83 (83%)

Źródło: opracowanie własne

3.4. Analiza statystyczna poszczególnych stref mapki

Rozkład przynależności punktów mapy stabilności do poszczególnych pierścieni otoczeniowych stanowi konsekwencję samej mapki i rodziny pierścieni ustalanej na podstawie środka należącego do badanej strefy a nie wspólnego dla wszystkich.

3.4.1. Strefa „A”

Rozpoczynając od strefy „A” zostaną przedstawione parametry statystyczne dotyczące procentowego rozkładu punktów w tej strefie. Tablica 3. zawiera wyniki pośrednich obliczeń badanych parametrów dotyczących strefy „A” i poszczególnych pierścieni. Środkiem rodziny otoczeń będzie w tej analizie punkt o współrzędnych: jakościowej

równej 6 i stabilnościowej równej 7. Powtarzalność wyniku w tym punkcie jest największą w strefie „A” i wynosi 7.

Tablica 3. Parametry statystyczne mapy stabilności – strefa „A”

OTOCZENIE	IŁOŚĆ PUNKTÓW	PROCENT (X)	$ X-E(X) $	$(X-E(X))^2$
[0;1)	7	15,56%	17,77%	315,77
[1;2)	22	48,89%	15,56%	242,11
[2;3)	16	35,55%	2,22%	4,93
	Suma punktów: 45	Suma procentów: 100 %	$\sum_x (X - E(X))^2$	562,81
	$E(X) = \bar{X} = 33,3$ 3%		$D^2(X)$	$562,81:3 =$ 187,60
		Odchylenie standardowe	$D(X)$	13,70
		Współczynnik zmienności	$V_x = D(X):E(X)$	0,41 (41%)

Źródło: opracowanie własne

3.4.2. Strefa „B”

Aktualnie zostaną przedstawione parametry statystyczne dotyczące procentowego rozkładu punktów w strefie „B”. Tablica 4. zawiera wyniki pośrednich obliczeń badanych parametrów dotyczących strefy „B” i poszczególnych pierścieni.

Tablica 4. Parametry statystyczne mapy stabilności – strefa „B”

OTOCZENIE	IŁOŚĆ PUNKTÓW	PROCENT (X)	$ X-E(X) $	$(X-E(X))^2$
[0;1)	6	26,08%	1,08%	1,17
[1;2)	1	4,35%	20,65%	426,42
[2;3)	5	21,73%	4,27%	18,23
[3;4)	11	47,82%	22,82%	520,08
	Suma punktów: 23	Suma procentów: 100 %	$\sum_x (X - E(X))^2$	965,90
	$E(X) = \bar{X} = 25\%$		$D^2(X)$	$965,90:4 =$ 241,48
		Odchylenie	$D(X)$	15,54

		standardowe		
		Współczynnik zmienności	$V_X=D(X):E(X)$	0,62 (62%)

Źródło: opracowanie własne

Środkiem rodziny otoczeń będzie w tej analizie punkt o współrzędnych: jakościowej równej 7 i stabilnościowej równej 1. Powtarzalność wyniku w tym punkcie jest największą w strefie „A” i wynosi 6.

3.4.3. Strefa „C”

Aktualnie zostaną przedstawione parametry statystyczne dotyczące procentowego rozkładu punktów w strefie „C”. Środkiem rodziny otoczeń będzie w tej analizie punkt o współrzędnych: jakościowej równej 3 i stabilnościowej równej 7. Powtarzalność wyniku w tym punkcie jest największą w strefie „C” i wynosi 6. Tablica 5. zawiera wyniki pośrednich obliczeń badanych parametrów dotyczących strefy „C” i poszczególnych pierścieni.

Tablica 5. Parametry statystyczne mapy stabilności –strefa „C”

OTOCZENIE	ILOŚĆ PUNKTÓW	PROCENT (X)	$ X-E(X) $	$(X-E(X))^2$
[0;1)	6	31,58%	1,75%	3,06
[1;2)	8	42,11%	8,78%	77,09
[2;3)	5	26,31%	7,02%	49,28
	Suma punktów: 19	Suma procentów: 100 %	$\sum_x (X - E(X))^2$	129,43
	$E(X)=\bar{X}=33,33$		$D^2(X)$	$129,43:3=$ 43,14
		Odchylenie standardowe	$D(X)$	6,57
		Współczynnik zmienności	$V_X=D(X):E(X)$	0,19(19%)

Źródło: opracowanie własne.

3.4.4. Strefa „D”

Aktualnie zostaną przedstawione parametry statystyczne dotyczące procentowego rozkładu punktów w strefie „D”. Tablica 6. zawiera wyniki pośrednich obliczeń badanych parametrów dotyczących strefy „D” i poszczególnych pierścieni. Środek otoczeń w sferze „D” pokrywa się ze środkiem otoczeń całej mapki; środkiem rodziny otoczeń będzie w tej analizie punkt o współrzędnych: jakościowej równej 2 i stabilnościowej równej 2. Powtarzalność wyniku w tym punkcie jest największą w strefie „D” i wynosi 8.

Tablica 6. Parametry statystyczne mapy stabilności – strefa „D”

OTOCZENIE	ILOŚĆ PUNKTÓW	PROCENT (X)	$ X-E(X) $	$(X-E(X))^2$
[0;1)	8	42,1%	8,77%	76,91
[1;2)	3	15,79%	17,54%	307,65
[2;3)	8	42,1%	8,77%	76,91
	Suma punktów: 19	Suma procentów: 100 %	$\sum_x (X - E(X))^2$	461,47
	$E(X)=\bar{X}=33,33$		$D^2(X)$	$461,47:3=$ 153,82
		Odchylenie standardowe	$D(X)$	12,40
		Współczynnik zmienności	$V_x=D(X):E(X)$	0,37 (37%)

Źródło: opracowanie własne.

Uwagi:

Średnia (wartość oczekiwana) nie jest taka sama we wszystkich strefach, ponieważ punkt wyjścia 100% jest równy ale ilość pierścieni w których punkty danej strefy się mieszczą jest różna).

4. Analiza współczynnika zmienności

Przedmiotem tej części opracowania, będzie prezentacja współczynnika zmienności jako parametru w systemie statystycznym

oraz analiza zaprezentowanych systemów (mapa stabilności i cztery jej strefy) z punktu widzenia ilości pierścieni niepustych.

Aktualnie zostanie zasygnalizowana odpowiedź na pytanie: czym jest współczynnik zmienności, co interpretuje i do czego może być stosowany. Oddajmy głos M. Piłatowskiej (*Repetitorium ze statystyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007): „Do porównania rozproszenia różnych cech w jednej zbiorowości lub jednej cechy w różnych zbiorowościach służy **miara względna**, tzw. **współczynnik zmienności** $V_{S(x)}$. Określa on siłę zróżnicowania (dyspersji). Im większe wartości tego współczynnika, tym zbiorowość statystyczna jest mniej jednorodna z punktu widzenia danej cechy i jednocześnie tym jest większe uzasadnienie dla stosowania pozycyjnych miar dyspersji oraz pozycyjnych miar średnich, gdyż dla zbiorowości niejednorodnych średnia arytmetyczna traci wartość poznawczą. W praktyce dla określenia siły zróżnicowania zbiorowości porównuje się wartość współczynnika zmienności z pewną wartością graniczną V^* , określoną umownie przez badacza. Na ogół jest to wartość w granicach 35-45%. Jeżeli $V_{S(x)} > V^*$, to zbiorowość jest silnie zróżnicowana” (PIŁATOWSKA M. 2007).

Do określenia siły rozproszenia badanej cechy statystycznej, następujące przedziały współczynnika zmienności:

- 0-20% - zróżnicowanie cechy słabe,
- 20-40% - zróżnicowanie cechy umiarkowane,
- 40-60% - zróżnicowanie cechy silne,
- 60% i więcej- zróżnicowanie cechy bardzo silne (BORKOWSKI S. 2012).

Zgodnie z definicją współczynnika zmienności, wzrost odchylenia standardowego (błędu pomiarowego) powoduje wzrost współczynnika zmienności, a wzrost średniej, powoduje jego zmniejszenie.

Tablica 1. Współczynnik zmienności a ilość pierścieni niepustych

Mapki	Liczba otoczeń	Średnia	V_x współczynnik zmienności
Pełna	8	12,5%	0,83 (83%)
„A”	3	33,33%	0,41(41%)

„B”	4	25%	0,62(62%)
„C”	3	33,33%	0,19(19%)
„D”	3	33,33%	0,37 (37%)

Źródło: Opracowanie własne

Zróźnicowanie cechy:

Pełna mapa: bardzo silne,
Strefa „A”: silne,
Strefa „B”: bardzo silne,
Strefa „C”: słabe,
Strefa „D”: umiarkowane.

Wnioski

- System otoczeń pierścieniowych jest bardzo ważny praktycznie, ponieważ umożliwia w analizie przejść z analiz wielowymiarowych do analiz jednowymiarowej, przy jednoczesnym i koniecznym zmniejszeniu dokładności analiz. Otoczenie kulowe a jednocześnie pierścienie (różnica mnogościowa między kolejnymi otoczeniami), będąc przestrzeniami wielowymiarowymi (metryczno-topologicznymi), obejmują (zawierają) punkty mapy wielowymiarowej, określając je w sposób procentowy, czyli jednowymiarowy.
- Pustość wewnętrznych pierścieni zwiększa wartość odchylenia standardowego (wyrażającego wielkość błędu pomiarowego) a przez to współczynnika zmienności, wskazując ujemnie na stabilność badanego układu. Uzasadniając językiem matematycznym, w pierścieniach pustych, gdzie procent jest zerowy, funkcja $|X-E(X)|=|X-\bar{X}|$ przyjmuje wartość maksymalną \bar{X} . Wariant ten dotyczy także wariancji i odchylenia standardowego. W badanym modelu nie występują pierścienie niepuste, dlatego, z wyników analizy, widać, że współczynniki zmienności są silne, słabe i umiarkowane.

Stwierdzenie:

Badanie otoczeniowe sektorów mapy stabilności, przy ustalonym centralnie dla mapy stabilności środka, jest mało efektywne dla poszczególnych stref, ze względu na pustość pozostałych stref (z założenia o badaniu jednej strefy), które kompilują pustość odpowiednich pierścieni. Zwiększenie ilości wewnętrznych pierścieni pustych, powoduje duży wzrost współczynnika zmienności a zatem mniejsza efektywność analizy. Należy więc stosować analizę stref mapy stabilności, przy każdorazowym ustalaniu nowego środka otoczeń dla poszczególnej strefy. W zaprezentowanej analizie zostało to dokonane i otrzymane wyniki miar współczynnika zmienności o tym świadczą.

5. Podsumowanie

W pracy rozważone zostały różne aspekty problemów procesów produkcji w dziedzinie ekonomii, badane metodą Toyoty. Zagadnienie zawarte w pracy łączy obszary poznawczo-techniczne: mapa jakościowo – stabilnościowa, rozkłady punktów wynikowych, rodzina pierścieni otoczeniowych, procentowa przynależność punktów do poszczególnych otoczeń, współczynnik zmienności dla poszczególnych rozkładów. Za główne osiągnięcia pracy uważam, uwieńczoną sukcesem, próbę wykorzystania ilościowego pojęć jakości i stabilności do analiz ich metodologicznych związków, które mają głębokie zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, techniki i praktyki, nie pomijając dziedziny zarządzania i marketingu. Artykuł zawiera cenne wnioski dla dalszej analizy statystycznej map związanych z cechami respondentów i cechami produkcji w systemie TOYOTY.

Od tego momentu, badając metodą otoczeniową, określone dwuwymiarowe mapy i ich strefy, należy dla każdej strefy ustalić nowy środek, z wyjątkiem strefy w której znajduje się środek centralny, służący do badania całej mapy stabilności. W przedstawionym artykule zostało to zaprezentowane, inicjując tym samym, praktykę w tym zakresie.

Literatura

1. ABRAMOWICZ H. 1992. *Jak analizować wyniki pomiarów*. PWN. Warszawa.
2. AJDUKIEWICZ K. 1983. *Zagadnienia i kierunki filozofii*. Czytelnik. Warszawa.
3. BORKOWSKI S. 2012. *SERVQUAL udoskonalona interpretacja wyników*. Wydawnictwo PTM. Warszawa 2012.
4. BORKOWSKI S. 2013. *Zasady zarządzania Toyoty w interpretacji metody BOST*. Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia 1986. Menedżerów Jakości i Produkcji. Częstochowa.
5. DUDA R. 1986. *Wprowadzenie do topologii*. Część I Topologia ogólna. PWN, Warszawa.
6. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*. ISO 1993. tłumaczenie polskie: Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik GUM. Warszawa.
7. KURATOWSKI. K. 1980. *Wstęp do teorii mnogości i topologii*. PWN. Warszawa.
8. Metrologia. Nazwy i określenia [w:] *Polska Norma*. PN-71/N-02050. Polski Komitet Normalizacyjny.
9. MINKINA W. OLEJNIK R.M. 2005. Skale temperatury-użycie skali metrycznej i interwałowej w pomiarach temperatury. Podstawowe problemy metrologii. *Prace Komisji Metrologii Oddziału PAN w Katowicach*. Seria: Konferencje nr 8. Ustroń, s. 193-200.
10. OLEJNIK R. M. 1992. La concezione metodologica della misurazione secondo K. Ajdukiewicz rappresentata della scuola di Leopoli – Varsavia. *Antoniano*, 67. Roma, s. 414-430.
11. OLEJNIK R.M. 2011. *Matematyczna teoria miary a metodologiczne analizy procedur pomiarowych*. OBI, Copernicus Center. Kraków – Tarnów.

12. OLEJNIK R. M. 1998. *Opomiarze*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa.
13. PIŁATOWSKA M. 2007. *Repetytorium ze statystyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2007.
14. *Słownik matematyki i cybernetyki ekonomicznej*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa 1985.