

NORMALIZACJA KRYTERIÓW OCENY DOSTAW W SYSTEMACH ZAOPATRZENIA

Ryszard SERAFIN, Sławomir LUŚCIŃSKI

Streszczenie: W artykule przedstawiono propozycję normalizacji kryteriów oceny dostaw w systemach zaopatrzenia z wykorzystaniem metody unitaryzacji zerowej do unifikacji cech diagnostycznych. Analiza cech diagnostycznych została przeprowadzona w środowisku programistyczno obliczeniowym R, krótko scharakteryzowanym. Pokazano przykład normalizacji dla kryteriów oceny praktycznie stosowanych w wybranym przedsiębiorstwie branży spożywczej. Przewiduje się, że przedstawiona propozycja normalizacji wykorzystana zostanie w autorskim systemie adaptacyjnego zarządzania ryzykiem w procesie dynamicznej oceny dostaw.

Słowa kluczowe: kryteria dostaw, normalizacja, unitaryzacja zerowa, formuła normalizacyjna, ocena dostawców, procesy dostaw, produkcja powtarzalna.

1. Wstęp

Procesy dostaw realizowane przez kontrahentów dla przedsiębiorstw obarczone są ryzykiem, którego poziom jest skutkiem zakłóceń występujących w tych procesach. Dostarczane materiały i surowce potrzebne do produkcji wymagają ciągłej kontroli w czasie rzeczywistym i podejmowania działań w razie zaobserwowania niezgodności z zamówieniami. Systematyczna, ciągła kontrola dostawców jest niezbędna w przypadku potrzeby zagwarantowania prawidłowego funkcjonowania całego łańcucha dostaw. Opracowywane metody pomiaru działań procesów dostaw pozwalają na zminimalizowanie ryzyka związanego z zaburzeniem harmonogramu produkcji i tym samym ze skutkami jakie niesie niestabilność dostaw na ponoszone koszty w przedsiębiorstwie [1].

Kluczowym i bardzo istotnym problemem jaki należy rozwiązać to budowa rankingu kryteriów uwzględniających cechy opisujące te kryteria. W proponowanym adaptacyjnym systemie oceny dostawców dysponujemy zarówno kryteriami ilościowymi jak i jakościowymi. Do cech (kryteriów) ilościowych należą między innymi:

- ilość - ilość dostarczanego towaru,
- cena - cena dostarczanego towaru,
- terminowość - termin dostawy towaru.

Do cech jakościowych należą natomiast takie kryteria jak:

- jakość - jakość dostarczanego towaru,
- obsługa - obsługa i reklamacje,
- transport - opakowanie towaru i transport.

W przypadku budowy rankingu kryteriów na bazie cech ilościowych doprowadzamy do ujednoczenia kryteriów względem ich wielkości. W literaturze przedmiotu można spotkać wiele propozycji metod normowania cech ilościowych min. autorów D. Strahla [7], czy K. Kukuły [3]. Nieodłączną cechą tych metod jest możliwość przetwarzania informacji statystycznych w sposób ułatwiający podejmowanie racjonalnych decyzji na szczeblu

menadżerskim z wysokim poziomem prawdopodobieństwa podjęcia właściwej decyzji. W naszych rozważaniach w niniejszej pracy przyczyni się to również do ograniczenia poziomu ryzyka w procesach dostaw dla systemu adaptacyjnego zarządzania ryzykiem [6].

Jedną z metod statystycznej analizy wielowymiarowej pozwalającej na wykonanie syntezy informacji jest metoda zwana metodą unitaryzacji zerowej w literaturze oznaczanej jako *MUZ* [2,3,8].

Wszystkie wcześniej wymienione kryteria jakościowe są bezpośrednio niemierzalne, dlatego zachodzi konieczność przekształcenia ich do poziomu bezwymiarowego zawartego w takich samych przedziałach wartości dla każdej cechy. W opisywanym procesie oceny dostawców nie jest możliwe wykonanie obliczeń dla cech mierzonych w skalach o różnych jednostkach. Poziom jakości dostarczanego towaru jest określany w jednostkach procentowych natomiast termin realizacji dostawy (opóźnienie) jest mierzone w dniach, inne kryterium to np. cena która mierzona jest w złotychkach. Zatem zachodzi potrzeba unormowania cech jakościowych celem porównania ich z cechami ilościowymi.

Wybór mało skutecznej metody oceny może powodować, że podejmowane decyzje na podstawie wyników nie będą wpływały istotnie na stabilizację realizowanych procesów. W praktyce stosowanych metod okazuje się, że skuteczność wielu metod jest niewystarczająca do tego aby podejmować efektywne działania stabilizujące, mające na celu poprawę efektywności współpracy z dostawcami.

2. Normowanie i metoda unitaryzacji zerowej

Normowanie wartości zmiennych wymaga wykonania przekształceń w taki sposób, że dokonujemy ujednoczenia tych zmiennych i uzyskujemy możliwość porównania ich względem siebie. Można ten efekt uzyskać poprzez realizację dwóch aspektów. Pierwszy aspekt to pozbawienie mian wyników pomiaru, drugi aspekt, który jest już bardziej złożony polega na ujednoczeniu zmiennych względem wielkości [8]. W literaturze przedmiotu można znaleźć przyjęty już podział procedur normowania, który wygląda następująco:

- metody standaryzacji,
- metody unitaryzacji,
- przekształcenia ilorazowe,
- metody rangowe.

W związku z koniecznością pozbycia się mian i ujednoczenia wartości liczbowych dokonujemy przekształcenia (transformacji) wartości bezwzględnych na wartości względne, czyli zmienne diagnostyczne transformowane.

W przypadku opracowywanego systemu adaptacyjnego zarządzania ryzykiem w procesach dostaw nie możemy stosować do analizy nieunormowanych kryteriów. Powodem jest rząd wielkości pomiarów, jedne kryteria zawierają się w przedziale od 1 do około 15 dni (termin dostawy), inne przyjmują wartości wyrażone w procentach (jakość dostarczanego towaru), jeszcze inne to setki kilogramów (ilość dostarczanego towaru). Kolejnym powodem jest dwojaki charakter zachodzących relacji dla wartości cech w opisywanym zjawisku [10].

Określenie najistotniejszych kryteriów, które musi spełniać formuła normująca jest również kluczowym zadaniem, ze względu na dużą ilość dostępnych formuł, które mogą dawać różne przedziały zmienności i cechować się specyficznymi własnościami. Określone zostały najistotniejsze kryteria wyboru [4]:

- równość długości oraz granic przedziałów dla wszystkich unormowanych cech,
- konieczność normowania cech o wartościach ujemnych, równych zero i dodatnich,

- dodatnie lub równe zero wartości cech po unormowaniu.

Na podstawie analizy literatury można dojść do wniosku, że najlepszą metodą spełniającą powyższe postulaty będzie metoda unitaryzacji zerowej *MUZ* [2,4].

W rozważanym problemie w niniejszej pracy zachodzi potrzeba porównania *m* różnych obiektów (realizowanych w przedsiębiorstwie dostaw). Każdy obiekt (zrealizowana dostawa) opisany jest przez *n* wartości, które charakteryzują jego cechy (kryteria oceny dostawy). Tak więc cechy scharakteryzowane jako zmienne diagnostyczne można przedstawić w postaci macierzy *W*, (1).

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{m1} & w_{m2} & \dots & w_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Aby było możliwe przeprowadzenie porównania należy przeprowadzić proces normowania zmiennych. Proces normowania zmiennych polega na przekształceniu zmiennych diagnostycznych odpowiednio $x_{1l}, x_{2l}, \dots, x_{ml}$ przedstawionych w kolumnach macierzy *W*. W efekcie po przekształceniach otrzymujemy unormowaną macierz *Z*, (2).

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Przy tworzeniu rankingu kryteriów (obiektów) zachodzi konieczność podziału zbioru wszystkich wartości zmiennych diagnostycznych na trzy rozłączne grupy (w naszym rozważanym przypadku to rodzaje kryteriów oceny dostawców). Grupy te określane są jako: stymulanty, destymulanty i nominanty. Poniżej przedstawione są wyjaśnienia przytoczonych pojęć [9]:

Stymulanta charakteryzuje się dodatnią korelacją ze zmienną objaśnianą, wzrost wartości zmiennej objaśniającej prowadzi do wzrostu zmiennej objaśnianej. Wzrost wartości oznacza wzrost oceny, natomiast jej spadek przyczynia się do spadku oceny. Inaczej można też powiedzieć, że jest to zmienna diagnostyczna, dla której pożądane są wartości wysokie.

Destymulanta charakteryzuje się ujemną korelacją ze zmienną objaśnianą, wzrost wartości zmiennej objaśniającej prowadzi do spadku zmiennej objaśnianej. Wzrost wartości oznacza spadek oceny, natomiast jej spadek przyczynia się do wzrostu oceny. Inaczej można też powiedzieć, że jest to zmienna diagnostyczna, dla której pożądane są wartości niskie.

Nominanta to zmienna diagnostyczna, która ma charakter stymulanty do pewnego punktu, zwanego wartością nominalną, a później przyjmuje charakter destymulanty. Przyjęcie przez nominantę wartości większych lub mniejszych od wartości nominalnej oznacza spadek oceny. Inaczej mówiąc jest to zmienna diagnostyczna dla której najbardziej pożądane są wartości przeciętne.

W celu przeprowadzenia procesu agregacji, wymagane jest aby wszystkie zmienne diagnostyczne zostały sprowadzone do roli stymulant bądź destymulant. W przypadku gdy pojawiają się stymulanty i destymulanty jednocześnie należy zastosować takie procedury standaryzacji, które pozwolą przekształcić destymulanty w stymulanty. Oto kilka przykładowych, najbardziej popularnych procedur zamiany destymulanty na stymulanty, (3,4,5,6):

$$x_i^* = x_{max} - x_i \quad (3)$$

$$x_i^* = x_{max} + x_{min} - x_i \quad (4)$$

$$x_i^* = \frac{1}{x_i} \quad (5)$$

$$x_i^* = \frac{x_{max}}{x_i} \quad (6)$$

Proponowaną metodą do zastosowania w rozważanym przypadku jest metoda unitaryzacji zerowej, *MUZ*. Normowanie cech diagnostycznych to proces, który przebiega z zastosowaniem metody normującej w wyniku otrzymujemy zmienną x (macierz X), pozbawioną mian i zawartą w ustalonym przedziale zmienności. Metoda ta umożliwia przekształcenie wartości dowolnych zmiennych diagnostycznych na przedział obustronnie domknięty od 0 do 1. Otrzymane wartości w przedziale $\langle 0, 1 \rangle$ odpowiadają pierwotnym wartościom elementów macierzy X , (7). W rozważanym przypadku budujemy ranking r obiektów z uwzględnieniem w zmiennych ilościowych i s zmiennych jakościowych [4].

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1w} & x_{1(w+1)} & \dots & x_{1(w+s)} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2w} & x_{2(w+1)} & \dots & x_{2(w+s)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{r1} & x_{r2} & \dots & x_{rw} & x_{r(w+1)} & \dots & x_{r(w+s)} \end{bmatrix}, (j = 1, \dots, w + s) \quad (7)$$

Zmienne te tworzą macierz zmiennych diagnostycznych X , złożoną z podmacierzy X_1 i X_2 .

$$X_1 = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1w} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2w} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{r1} & x_{r2} & \dots & x_{rw} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$X_2 = \begin{bmatrix} x_{1(w+1)} & x_{1(w+2)} & \dots & x_{1(w+s)} \\ x_{2(w+1)} & x_{2(w+2)} & \dots & x_{2(w+s)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{r(w+1)} & x_{r(w+2)} & \dots & x_{r(w+s)} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Równania normalizujące dla stymulanty i destymulanty, przedstawiają się następująco:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \quad X_j \in S, \quad \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij} \quad (10)$$

$$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \quad X_j \in D \quad (11)$$

gdzie: $\max_i x_{ij}$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$ – maksimum j -tej zmiennej diagnostycznej

$\min_i x_{ij}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ – minimum j-tej zmiennej diagnostycznej

Z równania (11), wynikają również warunki:

$$z_{ij} = 0 \Leftrightarrow x_{ij} = \max_i x_{ij} \quad (12)$$

$$\text{oraz } z_{ij} = 1 \Leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij} \quad (13)$$

W przypadku nominant formuła normalizująca ma postać:

$$z_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{x_{0j} - \min_i x_{ij}} & \text{dla } x_{ij} \leq c_{0j} \\ \frac{x_{ij} - \max_i x_{ij}}{x_{0j} - \max_i x_{ij}} & \text{dla } x_{ij} > c_{0j} \end{cases}, X_{ij} \in N \quad (14)$$

gdzie: c_{0j} – jest wartością nominalną zmiennej X_j

Z równania (14), wynikają następujące warunki dla zmiennej unormowanej:

$$z_{ij} = 1 \Leftrightarrow x_{ij} = c_{0j} \quad (15)$$

$$\text{oraz } z_{ij} = 0 \Leftrightarrow (x_{ij} = \min_i x_{ij} \vee x_{ij} = \max_i x_{ij}) \quad (16)$$

W rozważanym przypadku oceny dostawców wg przyjętych kryteriów oceny ich zachodzi potrzeba unifikacji cech ilościowych z cechami jakościowymi. Metoda polega na przeprowadzeniu odpowiedniej kwantyfikacji cech jakościowych, a następnie ich unormowaniu w taki sposób aby uzyskać takie same przedziały zmienności. W przypadku agregacji obu typów cech dokonane będą unormowania w przedziale obustronnie domkniętym $\langle 0, 1 \rangle$, właściwym dla zastosowanej metody *MUZ*.

3. Kryteria oceny dostaw w przykładowym przedsiębiorstwie

3.1. Kryterium jakości

W badanym przedsiębiorstwie, dostawcy oceniani są pod względem kilku, przytoczonych już wcześniej kryteriów jakościowych. Jednym z tych kryteriów jest kryterium jakości dostarczanych surowców, towarów i materiałów. W przedsiębiorstwie przeprowadza się kontrole jakościowe otrzymywanych dostaw i przyporządkowuje się odpowiednią wartość wyrażoną w procentach dla danej dostarczonej partii. Wartości te są odzwierciedleniem skali Likerta to znaczy odpowiednia wartość procentowa jest przyporządkowana do wartości liczbowej [12].

Skala Likerta jest to najczęściej pięciostopniowa lub siedmiostopniowa (zawsze nieparzysta), skala spotykana w badaniach ankietowych i kwestionariuszach. Skala może przyjąć również szerszy zakres np. dziewięciostopniowy lub większy, może również przyjąć mniejszy trójstopniowy, jednak nie zalecany wśród badaczy ze względu na mały zakres. Dzięki tej skali mamy pogląd na stopień akceptacji zjawiska. Najczęściej spotykana skala

pięciostopniowa ma postać w porządku od stopnia całkowitej akceptacji do całkowitego odrzucenia, może mieć postać:

- zdecydowanie tak,
- raczej tak
- trudno określić,
- raczej nie,
- zdecydowanie nie.

Skala Likerta w niniejszym opracowaniu została odniesiona do kryteriów realizacji dostaw, gdzie bardzo dobrze się wpisuje ze względu na możliwość określenia w jakim stopniu została zrealizowana dostawa pod względem danego kryterium jakościowego.

Gradacja zmiennej jakościowej polega na ustaleniu kolejności klasyfikowanych obiektów ze względu na tę zmienną. W naszym przypadku dla określonej wartości procentowej jakości surowców przypisuje się wartość liczbowa wg tabeli 1.

Tab. 1. Skala Likerta dla kryterium jakości surowca

Jakość surowca (%)	Wartość liczbowa
100% (najlepsza)	7
95% (bardzo dobra)	6
90% (dobra)	5
85% (średnia)	4
80% (wystarczająca)	3
75% (słaba)	2
70% (nieakceptowalna)	1

Źródło: oprac. własne

Transformacja do przedziału $\langle 0, 1 \rangle$, zgodnego z przedziałem zmienności w metodzie unitaryzacji zerowej przeprowadzana jest za pomocą formuły normującej (17), gdzie $z_{ij>w}$ to wartości j -tej cechy dla i -tego obiektu.

$$z_{ij>w} = \frac{l_{ij} - 1}{r - 1} \quad (17)$$

W przypadku gdy wszystkie cechy zawierają się w tych samych przedziałach zmienności można przeprowadzić agregację wszystkich unormowanych cech. Chcąc przedstawić ranking obiektów (dostaw), można przeprowadzić ostatni etap czyli wyliczenie zmiennej agregatowej Q_i , która jest jednocześnie oceną i -tego obiektu (oceną poszczególnych zrealizowanych dostaw). Zmienną syntetyczną wyliczamy z równania (18).

$$Q_i = \sum_{j=1}^{w+s} z_{ij} \quad (18)$$

Po wyznaczeniu zmiennych syntetycznych tworzy się ranking obiektów wg uzyskanych wartości Q_i . Jest to punkt wyjścia do dalszych rozważań przy wyliczaniu wskaźnika ryzyka realizowanych procesów dostaw w przedsiębiorstwie, chociaż nie zostało to już przedstawione w niniejszym artykule.

3.2. Kryterium – warunki płatności

Drugim kryterium zaliczonym do kryterium jakościowego to warunki płatności. Warunki płatności określane są na podstawie długości okresu jakie przedsiębiorstwo otrzymuje od dostawców na uregulowanie należności za dostarczone surowce i towary. W praktyce im dłuższy okres tym lepsze warunki dla przedsiębiorstwa. Standardowo przedsiębiorstwo otrzymuje terminy płatności przedstawione w tabeli 2.

Tab. 2. Skala Likerta dla kryterium warunków płatności

Warunki płatności (dni)	Wartość liczbowa
28+ dni (bardzo dobre)	5
21 dni (dobre)	4
14 dni (dostateczne)	3
7 dni (słabe)	2
0 dni – gotówka (złe)	1

Źródło: oprac. własne

Na tej podstawie przyznawane są wartości liczbowe (punkty), odpowiadające poziomowi warunków płatności. Dla najlepszych warunków płatności przypisana jest wartość 5 a dla najłagodniejszych warunków płatności wartość liczbowa 1.

Dla warunków płatności określonych na poziomie 0 dni, oznacza, że przedsiębiorstwo zobowiązane jest do regulowania należności bezwzględnie w terminie określonym na dokumencie handlowym, co stanowi o niedogodnościach w sytuacjach kiedy przedsiębiorstwo ma problemy z płynnością finansową.

3.3. Kryterium – transport i opakowanie

Trzecim kryterium zaliczanym do kryteriów jakościowych jest kryterium związane z opakowaniem w jakich dostarczane są surowce i towary. Opakowanie to powinno być na tyle odpowiednie aby przedsiębiorstwo miało możliwość skutecznego przechowywania surowca i nie przysparzało to problemów związanych z transportem wewnętrznym na produkcję. Opakowanie jest istotne dla przedsiębiorstwa również ze względu na wymogi stawiane przez normy ekologiczne oraz ISO. Opakowania muszą być poddawane ciągłej utylizacji co jest związane z odpowiednim procesem magazynowania zużytych opakowań.

Kolejnym bardzo istotnym czynnikiem jest jakość opakowania ze względu na ochronę dostarczanego asortymentu podczas transportu. Często dochodzi do sytuacji gdzie ulegają uszkodzeniu pojemniki z surowcami w czasie przeładunku lub z powodu braku odpowiedniego zabezpieczenia w transporcie. Dostawca musi zadbać o to aby odpowiednio zabezpieczyć dostawę. Z tego powodu w przedsiębiorstwie to kryterium jest traktowane jako jedność dlatego określany jest poziom obsługi transportowej i jakości opakowania.

Kluczowe dla przedsiębiorstwa jest również określenie w jakiej skali mierzyć jakość opakowania i transport. Przyjęta została skala w przedziale od 100% do 60%. Maksimum punktów procentowych oznacza, że cała dostawa jest bardzo dobrze zabezpieczona i transport odbył się prawidłowo, natomiast 60% przedsiębiorstwo przypisuje gdy podczas transportu opakowanie uległo uszkodzeniu i tym samym dostarczany asortyment. Takie zdarzenie jest również podstawą do wszczęcia procesu reklamacyjnego. Wartość pośrednią 80% przypisuje się w sytuacjach kiedy w czasie transportu uszkodzone zostaje samo opakowanie ale nie wpływa to na jakość dostarczanego towaru. W zasadzie jedynym

problemem jest konieczność przepakowania towaru, jeśli jest to możliwe lub odpowiednie zabezpieczenie np. kartonu, pojemnika, worka itp. Takie zabiegi nie są podstawą do wszczynania procesu reklamacji. Do stosowanej skali procentowej przyjęta została również skala Likerta, w której wartości procentowe są przekładane odpowiednio wg tabeli 3.

Tab. 3. Skala Likerta dla kryterium transportu i opakowania

Transport/opakowanie(%)	Wartość liczbowa
100% (bardzo dobrze)	3
80% (akceptowalne)	2
60% (źle)	1

Zródło: oprac. własne

3.4. Kryterium – reklamacje

Kolejnym kryterium to kryterium reklamacje. W transporcie dość często opakowania i sam towar ulegają uszkodzeniu co przekłada się na uruchomienie procesu reklamacji. Obsługa reklamacyjna w analizowanym przedsiębiorstwie jest również powiązana z opakowaniem. Zdarzają się także sytuacje kiedy opakowanie jest nienaruszone jednak okazuje się, że surowiec bądź towar jest uszkodzony i nie spełnia wymogów kontraktowych. W obydwu sytuacjach jest realizowany proces reklamacji.

Przedsiębiorstwo jednak w stosowanych kryteriach oceny dostawców nie rozgranicza osobno jakości opakowania i jakości przeprowadzanych reklamacji. W tej sytuacji również określany jest poziom realizowanych procesów reklamacyjnych. W tabeli 4, przedstawione są przyporządkowania jakości realizowanych procesów reklamacyjnych do wartości liczbowych. Podobnie jak w przypadku kryterium jakości dostaw, warunków płatności i transportu, wartości liczbowe są odzwierciedleniem skali Likerta.

Tab. 4. Skala Likerta dla kryterium reklamacji

Reklamacje (%)	Wartość liczbowa
100% (bez zastrzeżeń)	5
75% (dobra)	4
50% (średnia)	3
25% (słaba)	2
0% (niezałatwiona)	1

Zródło: oprac. własne

Jeżeli dostawa jest zrealizowana w całości bez zastrzeżeń wtedy przypisywana jest wartość 100%. Wartość 75% i kolejne, wynikają najczęściej z sytuacji, kiedy reklamacja jest załatwiana opieszale, oznacza to, że dostawca uwzględnił wadę ale sam proces reklamacyjny trwa dość długo. Jeżeli ponosi to za sobą skutki związane z harmonogramem produkcji lub inne, wtedy odpowiednio odejmowane są punkty procentowe. W przypadku nieuwzględnienia reklamacji przedsiębiorstwo przypisze dostawcy 0 punktów procentowych.

3.5. Zmodyfikowana skala Likerta i kryteria ilościowe

Ze względu na potrzebę wskazania odchylenia od normy dla wszystkich kryteriów jakościowych i ilościowych zastosowano odwrotność przyporządkowania wartości

liczbowych skali Likerta. W tabeli 5, przedstawione są przyporządkowania dla wszystkich rozważanych kryteriów jakościowych. Potrzeba ta zachodzi ze względu na specyfikę proponowanej metody pomiaru odchyleń od wartości nominalnych realizowanych dostaw. Oznacza to, że koniecznością jest wskazanie odchylenia i pomiar wielkości tego odchylenia co przekłada się w dalszych rozważaniach na szacowanie poziomu ryzyka w adaptacyjnym systemie zarządzania ryzykiem dostaw.

Tab. 5. Zmodyfikowana skala Likerta dla kryteriów jakości

Jakość surowca (%)	Warunki płatności (dni)	Transport i opakowanie (%)	Reklamacje (%)	Wartość liczbowa
100% (najlepsza)	28+ dni (bardzo dobre)	100% (bardzo dobrze)	100% (bez zastrzeżeń)	1
95% (bardzo dobra)	21 dni (dobre)	80% (akceptowalne)	75% (dobra)	2
90% (dobra)	14 dni (dostateczne)	60% (źle)	50% (średnia)	3
85% (średnia)	7 dni (słabe)		25% (słaba)	4
80% (wystarczająca)	0 dni – gotówka (źle)		0% (nie załatwiona)	5
75% (słaba)				6
70% (nieakceptowalna)				7

Źródło: oprac. własne

Kryteria ilościowe charakteryzują się tym, że są kryteriami mierzalnymi. Pomiar może być dokonywany w różnych jednostkach. W przypadku oceny dostawców w niniejszym opracowaniu mamy do czynienia z kryteriami takimi jak: cena, terminowość i ilość, mierzone odpowiednio w jednostkach: złotych, dni i waga lub sztuki. Zachodzi więc potrzeba i konieczność porównania i ujednoczenia wielkości, którymi mierzone są zarówno kryteria jakościowe jak i ilościowe. Jak już wcześniej było wspomniane po zastosowaniu metody unitaryzacji zerowej wszystkie wartości poszczególnych cech diagnostycznych, kryteriów będą zawierały się w przedziale $<0,1>$. Dzięki takiemu zabiegowi będzie można jednoznacznie określić odchylenia realizowanych dostaw od wartości optymalnych.

4. Środowisko programistyczno obliczeniowe – R

W celu ułatwienia obliczeń wykorzystany został pakiet matematyczny R [6]. Środowisko to zostało stworzone na potrzeby zaawansowanych obliczeń statystycznych i jest zarówno środowiskiem programistycznym jak i obliczeniowym. Jest to pakiet na licencji GNU GPL w związku z tym jest bezpłatny i można go wykorzystywać bez żadnych ograniczeń. Pakiet R umożliwia tworzenie wykresów wysokiej jakości, które można eksportować do takich formatów cyfrowych jak: EPS, PDF i WMF, dzięki temu jest możliwość dołączania ich do różnych opracowań. Poruszanie się w pakiecie R realizowane jest za pomocą komend, co przypomina obsługę wiersza poleceń systemu Windows. Możliwości pakietu są bardzo duże ze względu na moduł programowania bibliotek, które są dołączane później do pakietu. Obecnie lista dostępnych bibliotek z przeznaczeniem do konkretnych zastosowań zawiera około 1000 bibliotek, które można bez opłat pobrać z sieci i doinstalować. Standardowo pakiet R po instalacji zawiera zestaw następujących bibliotek [5]:

Po wprowadzeniu macierzy i wykonaniu polecenia *print* otrzymamy znormalizowaną macierz, którą można już wykorzystać do dalszych analiz lub przeprowadzić agregację wszystkich unormowanych cech. Tym sposobem otrzymana została macierz o wartościach z przedziału $<0,1>$ przedstawiona w tabeli 6, która daje możliwość wyliczenia zmiennej syntetycznej Q , wg równania 18.

Tab. 6. Macierz wartości cech diagnostycznych po unormowaniu

Lp.	Ilość	Jakość	Terminowość	Cena	Płatności	Transport / opakowanie	Reklamacje
[1,]	0	0,5	0	0	0,5	0	0
[2,]	0	0,3333333	0,4	0,4	0,5	0	0
[3,]	0,3333333	0,1666667	0	0,4	0,5	0	0
[4,]	0,1666667	0,5	0,2	0	0,5	0	0
[5,]	0	0,6666667	0	0,5	0,5	0,5	0,25
[6,]	0	0,6666667	0	0,3	0,5	0	0
[7,]	0,3333333	0,5	0,6	0,3	0,5	0	0
...
[64,]	0	0,3333333	0	0	0,5	0	0
[65,]	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0
[66,]	0	0,5	0	0	0,5	0	0,25

Źródło: oprac. własne

Ze względu na dużą objętość tabel i wyników, została przedstawiona tylko część danych. Dane z tabeli 6, są pozbawione mian, zawierają się w określonym przedziale zmienności czyli spełniają postulaty przytoczone w kryteriach wyboru formuły normującej w rozdziale 2.

6. Podsumowanie

Zaproponowana normalizacja kryteriów oceny dostaw na podstawie, których dokonana jest analiza kryteriów dostaw przekłada się bezpośrednio na ocenę poziomu ryzyka związanego z realizowanymi dostawami w przedsiębiorstwie. Sama metodyka szacowania poziomu ryzyka nie jest już zawarta w niniejszym artykule, jednakże przedstawiona koncepcja stanowi rzetelną podstawę do dalszej analizy. Całość zrealizowanych i planowanych badań wchodzi w skład koncepcji systemu adaptacyjnego zarządzania ryzykiem w procesach dostaw.

Zastosowanie metody unitaryzacji zerowej do unifikowania cech diagnostycznych pozwoli na dokładne analizy danych i daje możliwość porównywania ze sobą zarówno danych jakościowych i ilościowych. W celu automatyzacji działań skutecznym narzędziem jest środowisko programistyczno obliczeniowe R, które daje duże możliwości użytkownikowi przede wszystkim ze względu na łatwość i możliwość automatyzacji obliczeń.

Przedstawiona w artykule metodyka odnosi się do szacowania poziomu ryzyka dostaw, które wpływa na jakość realizowanych zamówień przez dostawców. Wyznaczony poziom ryzyka realizowanych dostaw jest podstawą do podjęcia działań zapobiegawczych (korygujących), w czasie rzeczywistym.

Opracowanie efektywnej i łatwej do wdrożenia metody oceny procesów dostaw może być istotnym czynnikiem poprawy pozycji biznesowej przedsiębiorstwa.

Literatura

1. Gierulski W., Luściński S., Serafin R.: Probabilistyczne miary oceny dostawców w łańcuchu logistycznym produkcji masowej. *Logistyka* 4/2015, CD nr 2 - część 4, s. 3363-3373, wyd. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2015.
2. Jarocka M.: Wybór formuły normalizacyjnej w analizie porównawczej obiektów wielocechowych. *Economics and Management* 1/2015, s. 113-126, Białystok 2015.
3. Kukuła K.: Metoda unitaryzacji zerowanej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
4. Kukuła K.: Propozycja budowy rankingu obiektów z wykorzystaniem cech ilościowych oraz jakościowych. *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, Tom XIII/1, s. 5-16, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2012.
5. R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
6. Serafin R., Luściński S.: Dynamiczna ocena dostawców z zastosowaniem adaptacyjnego systemu oceny ryzyka dostaw. *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji - Zakopane 2014*, Tom I, s. 1005-1015, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2014.
7. Strahl D.: *Metody programowania rozwoju społeczno – gospodarczego*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990.
8. Walesiak M.: Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej. *Przegląd statystyczny*, Zeszyt 4, 2014.
9. WWW: https://pl.wikipedia.org/wiki/Zmienna_objaśniająca - dostęp 17.12.2015.
10. WWW: <http://www.pitwin.edu.pl/artykuly-naukowe/ekonomia/1468-metoda-unitaryzacji-zerowanej-w-arkuszach-kalkulacyjnych> - dostęp 19.12.2015.
11. WWW: <http://keii.ue.wroc.pl/clusterSim/> - dostęp 20.12.2015.
12. WWW: https://pl.wikipedia.org/wiki/Skala_Likerta - dostęp 21.12.2015.

Mgr inż. Ryszard SERAFIN
Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska
45-370 Opole, ul. Ozimska 75
e-mail: r.serafin@po.opole.pl

Dr inż. Sławomir LUŚCIŃSKI
Katedra Inżynierii Produkcji
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego
Politechnika Świętokrzyska
25-314 Kielce, Aleja Tysiąclecia PP 7
e-mail: luscinski@tu.kielce.pl