

**Anna Małgorzata Deptuła**

Politechnika Opolska,  
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki,  
Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji  
e-mail: an.deptula@po.opole.pl

## **Zastosowanie analizy skupień w grupowaniu ekspertów dokonujących oceny ryzyka innowacji technicznych**

### STRESZCZENIE

W artykule zaprezentowano zagadnienie oceny ryzyka innowacji technicznych w kontekście ocen, jakie przydzielają eksperci poszczególnym kryteriom oceny. W przeprowadzonym badaniu uwzględniono wpływ takich elementów jak: sposób umiejscowienia kontroli decydenta, motywację w działaniu oraz potrzebę stymulacji. Ocena ryzyka innowacji technicznych ma charakter wielokryterialny. Związana jest z wyborem zespołu ekspertów, który powinien mieć charakter celowy.

Celem głównym pracy był podział ekspertów na grupy ze względu na oceny, jakie przypisują analizowanym kryteriom. Celem pośrednim było sprawdzenie, w jaki sposób indywidualne cechy charakteru eksperta wpływają na postrzeganie ważności kryteriów. W artykule wykorzystano analizę skupień jako metodę grupowania obiektów.

Przedstawione w artykule wyniki dotyczą analizy sześciu cech osobowości: zewnątrzsterowność (1) i wewnątrzsterowność (2), ukierunkowanie na sukces (3) i unikanie porażek (4), potrzeba silnych wrażeń (5) i unikanie silnych wrażeń (6). Uzyskane wyniki wskazują, iż niezależna analiza poszczególnych cech ekspertów nie pozwala na jednoznaczne wykrycie różnic pomiędzy grupami. Dalsze badania powinny być zatem prowadzone w kierunku analizy polegającej na zestawieniu cech w pary lub trójki i przeprowadzeniu analiz w zestawieniu łączonym tych cech.

**Słowa kluczowe:** innowacje techniczne, analiza skupień, eksperci, dobór ekspertów, ocena ryzyka.

## Wstęp

Ocena ryzyka innowacji technicznych ma charakter wielokryterialny<sup>1</sup>. Jej przeprowadzenie związane jest z doбором ekspertów, którzy – tworząc zespół ekspercki – dokonują identyfikacji i oceny poszczególnych zagrożeń związanych z innowacją. Dobór grupy ekspertów powinien mieć charakter celowy, stąd potrzeba grupowania ekspertów. Ich wybór powinien uwzględniać m.in. percepcję ryzyka poszczególnych decydentów<sup>2</sup>.

Celem pośrednim artykułu jest sprawdzenie, w jaki sposób indywidualne cechy charakteru eksperta wpływają na postrzeganie ważności kryteriów wykorzystywanych w szacowaniu ryzyka innowacji technicznych<sup>3</sup>. Z kolei celem głównym pracy jest podział ekspertów na grupy ze względu na oceny, jakie przypisują analizowanym kryteriom. W artykule wykorzystano metodę analizy skupień jako procedurę grupowania ekspertów.

## Analiza skupień – opis metody

Analiza skupień to metoda pozwalająca grupować obiekty według ich wzajemnego podobieństwa. Jej podstawowym celem jest podział zbioru obiektów na homogeniczne grupy. Wymogiem formalnym jej prawidłowego zastosowania jest zatem, aby dwa dowolne obiekty należące do wskazanej grupy były do siebie bardziej podobne niż dowolne dwa obiekty wybrane z dwóch różnych grup. Istnieje pewne podobieństwo analizy skupień do analizy dyskryminacyjnej. Istotną różnicą jest jednak brak apriorycznej informacji na temat podziału zbiorowości danych na konkretne klasy. Analiza skupień określa możliwe podobieństwo pomiędzy obiektami bez wskazania (przez badacza) pewnych założeń, co jest właściwe dla analizy dyskryminacyjnej<sup>4</sup>. Analiza skupień może mieć charakter<sup>5</sup>:

- opisowy (eksploracyjny),
- confirmacyjny.

---

<sup>1</sup> A. M. Deptuła, *Analysis of criteria used in the risk assessment of technical innovations*, *Procedia Engineering* 2017, Volume 182, s. 135–142; A. M. Deptuła, R. Knosala, *Modelowanie oceny ryzyka innowacji technicznych*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” 2015, nr 2, PTZP, Opole 2015; A. M. Deptuła, K. Rudnik, *Risk assessment of innovative project using fuzzy inference system with expert's psychological conditions*, *Proceedings of the 29th International Business Information Management Association (IBIMA)*, 3–4 May 2017, Vienna, Austria 2017, s. 3093–3105.

<sup>2</sup> Ibidem; A. M. Deptuła, *Analysis of risk perception in the process of implementing technical innovation*, *International Conference Business Risk in Changing Dynamics of Global Village*, April 26–27, Nysa 2017 (w druku).

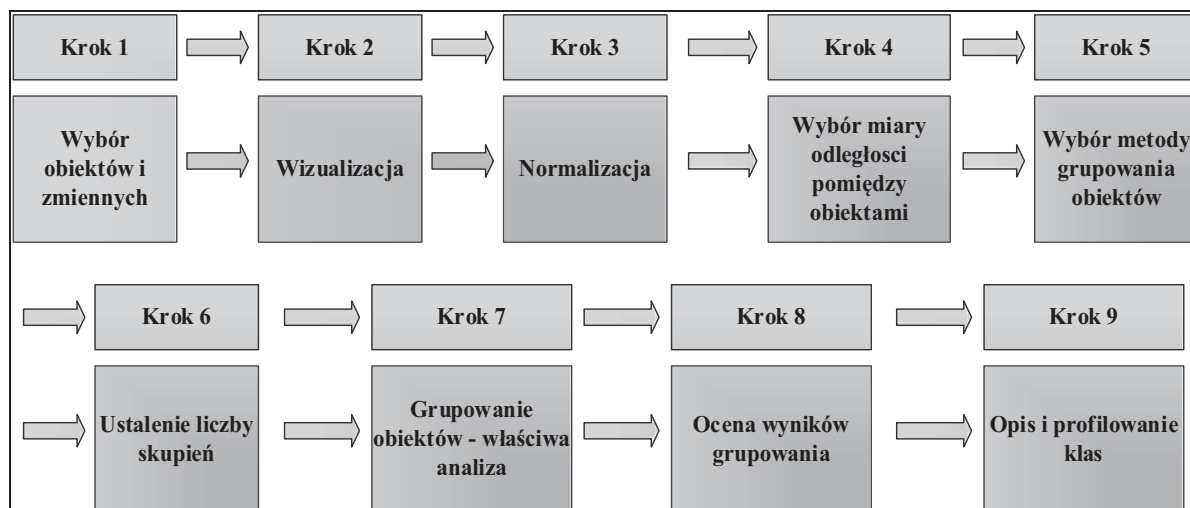
<sup>3</sup> A. M. Deptuła, *Analysis of criteria used in the risk...*

<sup>4</sup> B. Everitt, *Cluster Analysis*, HEB, London 2001; J. Koronacki, J. Ćwik, *Statystyczne systemy uczące się*, wydanie drugie, Exit, Warszawa 2008, rozdz. 9; J. Pocięcha, *Kryteria oceny procedur taksonomicznych*, „Przegląd Statystyczny” 1982, nr 1/2, s. 183–190; R. R. Sokal, F. J. Rohlf, *The comparison of dendrograms by objective methods*, *Taxon* 1962, nr 11(2), s. 33–40; A. Stanisławski, *Przystępny kurs statystyki: z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 3. Analizy wielowymiarowe*, Kraków 2007, s. 113–161; S. Wierzchoń, M. Kłopotek, *Algorytmy analizy skupień*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2015, s. 13–18.

<sup>5</sup> S. Wierzchoń, M. Kłopotek, op. cit.

Pierwsze podejście wykorzystywane jest, gdy nie dysponujemy żadnymi modelami czy hipotezami, drugie w sytuacji, gdy staramy się dowieść poprawności modelu lub roboczych hipotez<sup>6</sup>.

Pełna analiza skupień obejmuje etapy zaprezentowane na rysunku 1.



Rysunek 1. Etapy analizy skupień

Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Korzeniewski, *Metody selekcji zmiennych w analizie skupień: nowe procedury*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012, s. 5–34.

W kroku pierwszym dokonywana jest selekcja zmiennych, która stanowi najważniejszy etap analizy. Decyzja o usunięciu bądź pozostawieniu wybranych danych zaważyć może znacząco na ostatecznych wynikach. Etap drugi określić można jako wstępną procedurę określenia ewentualnej struktury skupień w zbiorze danych. Normalizacja zmiennych (krok trzeci) jest zadaniem traktowanym jako procedura ważenia zmiennych. Ma charakter obligatoryjny, gdyż wpływa na rozmieszczenie obiektów, co może obniżać skuteczność przeprowadzenia analizy skupień. Cel standaryzacji, czyli wyeliminowanie różnic, jest niespójny z zasadniczym celem analizy skupień. Z reguły stosuje się klasyczną normalizację zmiennych. Można także zastosować jedną z ośmiu przebadanych metod, która wydaje się być najlepsza pod względem stopnia zgodności klasyfikacji z założeniami analizy skupień, czyli normalizacji opartej na rozstępie zmiennych (unitaryzacja przez rozstęp zmiennej i zerowa)<sup>7</sup>. Wybór miary odległości (krok czwarty) zależy od skali pomiarowej. Najczęściej stosowaną miarą jest odległość euklidesowa oraz jej kwadrat. W przypadku skali porządkowej najczęściej wybierana jest uogólniona miara odległości GDM, a skali nominalnej odległość Sokala-Michenera. W kroku piątym następuje wybór metody grupowania obiektów. Stosowane są tu trzy podejścia<sup>8</sup>:

1. Wybór na podstawie analizy własności poszczególnych metod.
2. Wykorzystanie macierzy danych.
3. Syntetyzacja wyników uzyskanych na podstawie zastosowania różnych metod.

<sup>6</sup> A. Stanisławski, op. cit.; S. Wierzchoń, M. Kłopotek, op. cit.

<sup>7</sup> Ibidem.

<sup>8</sup> Ibidem; S. Wierzchoń, M. Kłopotek, op. cit.

Wśród najczęściej wykorzystywanych metod wymienia się metodę: pojedynczego połączenia, pełnego połączenia, średniej klasowej, Warda i środka ciężkości. Następnie (krok szósty) przeprowadza się ustalenie liczby skupień, które jednak mogą być ustalone na podstawie grupowania obiektów (krok siódmy). W praktyce etapy te są przeprowadzane równolegle. Ustalanie liczby skupień ma charakter optymalizacyjny, a więc wybiera się najlepsze rozwiązanie dla zastosowanej metody. Na etapie ósmym oceny wyników (walidacji) wykorzystywane są podejścia<sup>9</sup>:

- Testowanie losowości obiektów.
- Testowanie kompletności struktury grup.
- Ocena poszczególnych skupień.
- Ocena całego wyniku grupowania.
- Ocena struktury klasyfikacji hierarchicznej.

Ostatnim etapem analizy (krok dziewiąty) jest interpretacja uzyskanych wyników. Przeprowadzana jest najczęściej z wykorzystaniem statystyk opisowych oraz metod wizualnej prezentacji danych (np. dendrogramy)<sup>10</sup>.

Analiza skupień ma swoje szerokie zastosowania, np. w tworzeniu typologii osób, badaniach rynkowych czy takich dziedzinach jak: medycyna, chemia, biologia, geologia, kryptologia, ochrona środowiska, zarządzanie produkcją<sup>11</sup>.

### Procedura badawcza – założenia

Podstawy teorii ryzyka (związane z teorią prospektu<sup>12</sup>) wskazują, iż w ocenie ryzyka istotne znaczenie mają uwarunkowania psychologiczne decydenta. Dlatego też w badaniach nad oceną ryzyka innowacji technicznych<sup>13</sup> uwzględnia się wpływ takich elementów jak<sup>14</sup>:

- sposób umiejscowienia kontroli decydenta,

<sup>9</sup> J. Korzeniewski, op. cit.; S. Wierzchoń, M. Kłopotek, op. cit.

<sup>10</sup> Ibidem.

<sup>11</sup> S. Wierzchoń, M. Kłopotek, op. cit.

<sup>12</sup> A. M. Deptuła, *Analysis of criteria used in the risk...*; D. Kahneman, A. Tversky, *On the psychology of prediction*, „Psychological Review” 1973, nr 80 s. 237–251; D. Kahneman, A. Tversky, *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*, „Econometrica” 1979, vol. 47, nr 2, s. 263–292; D. Kahneman, A. Tversky, *Choices, values and frame*, „American Psychologist” 1984, nr 39 s. 341–350; T. Zaleśkiewicz, *Psychologia ekonomiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.

<sup>13</sup> A. M. Deptuła, *Analysis of criteria used in the risk...*; A. M. Deptuła, *Ocena ryzyka innowacji technicznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, rozprawa doktorska, AGH im. Stanisława Staszica w Krakowie, 2015; A. M. Deptuła, R. Knosala, *Modelowanie oceny ryzyka...*; A. M. Deptuła, R. Knosala, *Rola eksperta w ocenie ryzyka innowacji technicznych* [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, red. R. Knosala, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015, s. 38–46; A. M. Deptuła, K. Rudnik, *Risk assessment of innovative project...*; A. M. Deptuła, *Analysis of risk perception...*; A. M. Deptuła, K. Rudnik, *The Period of Project Completion as a Key Element of Risk Assessment in Technical Innovations*, Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference (IBIMA), 8–9 November 2017, Madrid Spain, s. 5612–5622; A. M. Deptuła, *Analiza ważności kryteriów oceny ryzyka innowacji technicznych z uwzględnieniem uwarunkowań psychologicznych decydentów*, XLV Konferencja Zastosowań Matematyki, Zakopane 2016, materiały konferencyjne, s. 20–21.

<sup>14</sup> A. M. Deptuła, K. Rudnik, *Risk assessment of innovative project ...*; A. M. Deptuła, *Analysis of criteria used in the risk...*; A. M. Deptuła, *Analiza ważności kryteriów oceny ryzyka innowacji...*

- motywację w działaniu,
- potrzebę stymulacji.

Wykorzystując wcześniejsze badania odnośnie podziału ekspertów (z zakresu wdrażania i rozwoju innowacji) na sześć niezależnych grup<sup>15</sup> dokonano podziału 203 ekspertów na następujące grupy osób:

- Zewnętrzsterownych (A) i wewnętrzsterowanych (B).
- Ukierunkowanych na sukces (A) i unikających porażek (B).
- Potrzebujących silnych wrażeń (A) i unikających silnych wrażeń (B).

Następnie wybrano losowo po dwadzieścia pięć osób z każdej grupy, które opisywane są dalej jako 1A, 1B, 2A, 2B, 3A i 3B. Wybór miary odległości i metody grupowania przeprowadzono poprzez syntetyzację wyników uzyskanych na podstawie zastosowania różnych metod, co szerzej opisano w kolejnym rozdziale.

W przeprowadzonym badaniu wykorzystano dwie techniki grupowania: według zmiennej (7) i według przypadków (150), które odpowiadają następnie analizie pierwszej i drugiej. Celem pierwszej analizy było określenie, czy przydzielane oceny (traktowane w badaniu jako zmienne) poszczególnym kryteriom tworzą pewne skupiska, które mogą sugerować podobieństwo przydzielania ocen dla wskazanych grup ekspertów. Kryteria oceniane były zgodnie z zaprezentowanym zapisem: najbardziej ważne kryterium otrzymuje ocenę 7, bardzo ważne kryterium ocenę 6, nieco bardziej ważne ocenę 5, ważne ocenę 4, nieco mniej ważne 3, mało ważne ocenę 2 oraz najmniej ważne ocenę 1. W przydzielaniu ważności kryteriów najpierw wykorzystywane były opisy lingwistyczne, następnie zamieniano je na oceny liczbowe. Taka procedura jest wygodniejsza dla ekspertów i daje znacznie lepsze wyniki w kontekście odniesienia danego kryterium do realiów firmy lub innowacji.

Druga analiza miała wykazać, czy istnieje związek pomiędzy cechą osobowości eksperta, a wartością oceny jaką przydziela. Wykazanie takiego związku mogłoby okazać się pomocne w procedurze grupowania ekspertów odnośnie przydzielania jego ważności w zespole eksperckim.

Analizy zaprezentowane w artykule zostały przeprowadzone z wykorzystaniem pakietu STATISTICA.

### Analiza skupień

Przyjmując podział na siedem możliwych ocen (czyli siedem zmiennych), którymi posługiwali się eksperci, przeprowadzono procedurę wyboru najlepszej metody analizy skupień dla przyjętych danych. Przeanalizowano diagramy drzewa (dendrogramy) dla hierarchicznych metod: pojedynczego wiązania, pełnego wiązania, średnich połączeń ważonych oraz Warda. W przyjętym grupowaniu, według zmiennych, do dalszej analizy wybrano metodę pojedynczych wiązań (odległość pomiędzy skupieniami jest określana przez odległości między dwoma najbliższymi obiektami) i średnich połączeń ważonych (stosowana, gdy istnieje

---

Cz. S. Nosal, *Umysł menedżera: problemy, decyzje, strategie*, Wrocławskie Wydawnictwo „Przecinek”, Wrocław 1993; T. Zaleśkiewicz, op. cit.

<sup>15</sup> A. M. Deptuła, *Ocena ryzyka innowacji...*; A. M. Deptuła, R. Knosala, *Modelowanie oceny ryzyka...*; A. M. Deptuła, R. Knosala, *Rola eksperta w ocenie ryzyka...*; A. M. Deptuła, *Analiza ważności kryteriów oceny ryzyka...*

podejrzanie o nierówną liczebności skupień). Rysunek 2 przedstawia sporządzone diagramy drzewa dla poszczególnych analiz z uwzględnieniem odległości euklidesowej i miejskiej. Odległość euklidesowa to odległość geometryczna w przestrzeni wielowymiarowej, która wyraża się wzorem:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_i^p (x_i - y_i)^2}, \quad (1)$$

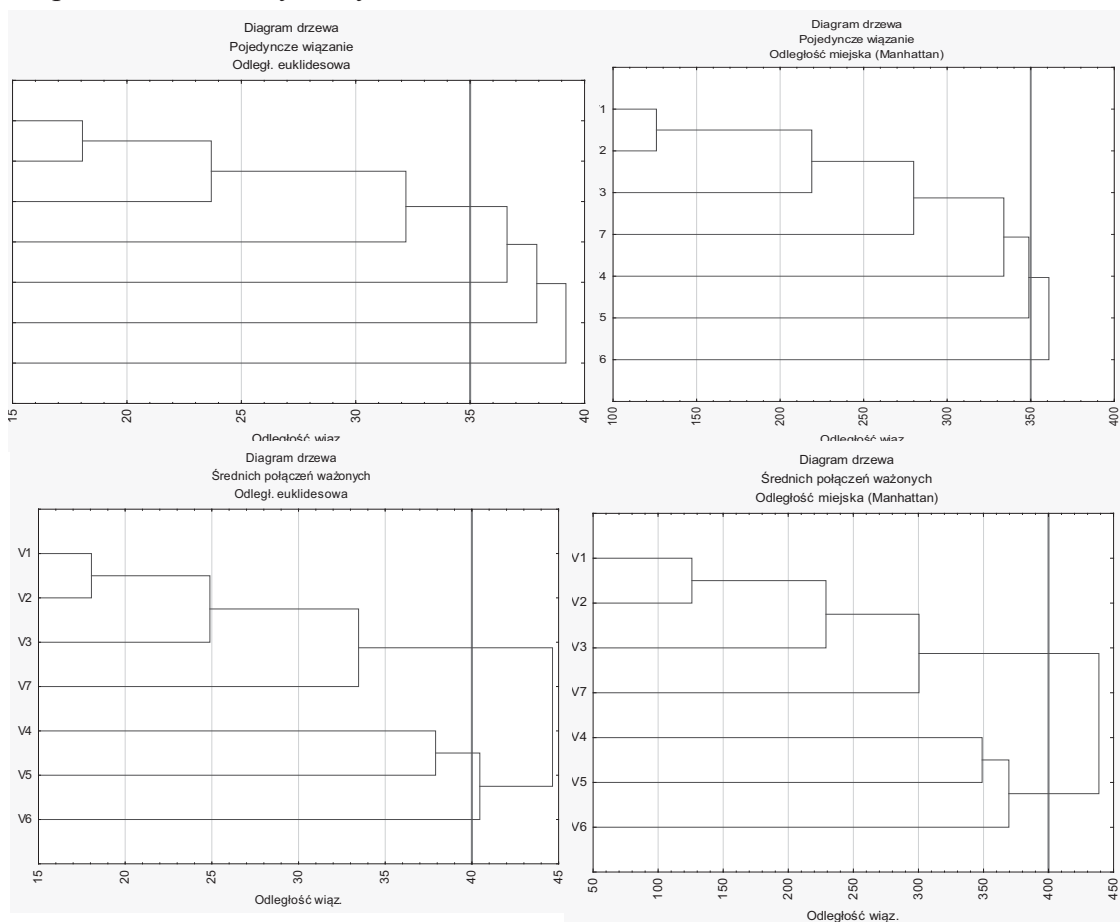
gdzie:

$$x = (x_1, \dots, x_p) \text{ i } y = (y_1, \dots, y_p).$$

Z kolei, odległość miejska (Manhattan) to suma różnic mierzonych wzdłuż wymiarów wyrażana worem:

$$d(x, y) = \sum_i^p |x_i - y_i|. \quad (2)$$

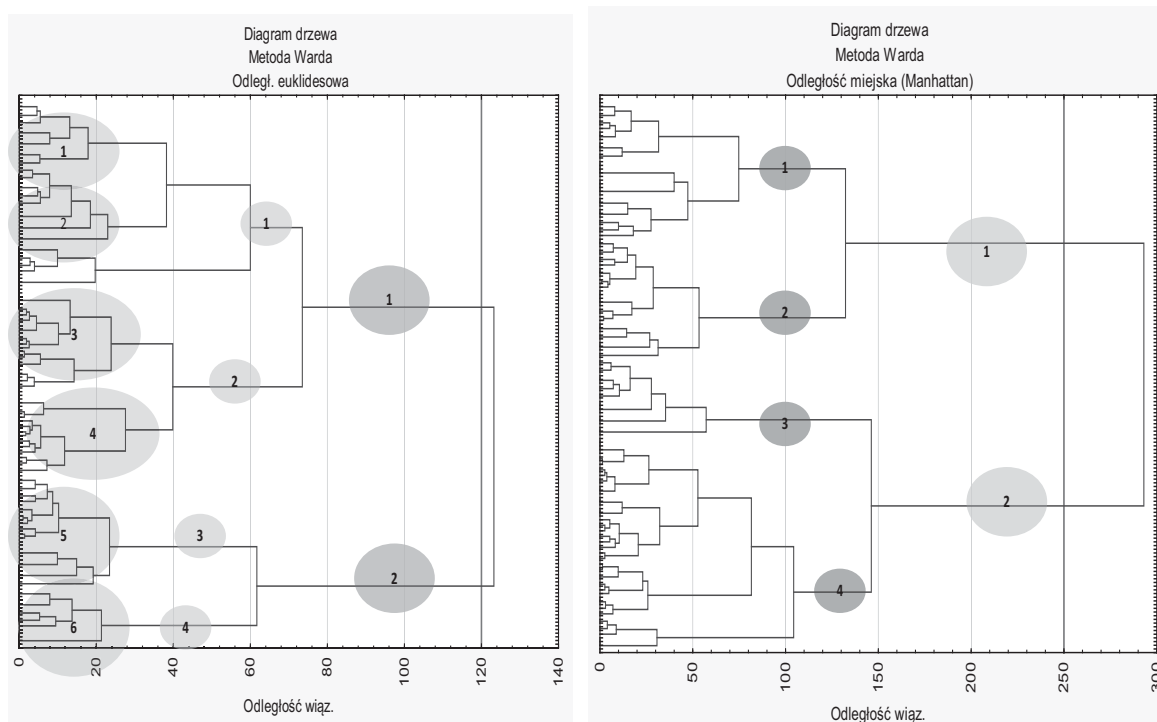
Czerwona linia to miejsce „odcięcia” (tzw. linia odcięcia), czyli proponowane miejsca powstania grup, na jakie dzielą się rozpatrywane zbiory obiektów. Wybrane miary podobieństwa i odległości dają podobne wyniki, dlatego ich zastosowanie wydawało się zasadne w celu potwierdzenia uzyskanych zależności i wniosków.



Rysunek 2. Dendrogramy analizy pojedynczego wiązania i średnich połączeń ważonych dla miar odległości euklidesowej i miejskiej (analiza zmiennych)

Źródło: opracowanie własne w programie STATISTICA.

Z kolei dla drugiej analizy (według przypadków) przebadano metody: pojedynczego wiązania, pełnego wiązania, średnich połączeń, średnich połączeń ważonych oraz Warda i ostatecznie wykorzystano do analizy metodę Warda dla tych samych miar, co w pierwszej analizie zmiennych. Rysunek 3 przedstawia uzyskane drzewa skupień. Dodatkowo w owalach zaznaczono skupienia wyodrębnione na podstawie linii odcięcia oraz potencjalne skupiska danych, które mogłyby stanowić niezależne skupienia, czego jednak przeprowadzona analiza na chwilę obecną nie potwierdza jednoznacznie. Na osi y odnotowywane są poszczególne oceny ekspertów, czyli przypadki. Z uwagi na małą czytelność (mamy 150 przypadków) etykiety osi y zostały pominięte.



Rysunek 3. Dendrogramy analizy metodą Warda dla miar odległości euklidesowej i miejskiej (analiza przypadków)

Źródło: opracowanie własne w programie STATISTICA.

Wyniki dla analizy przypadków sporządzonej według pozostałych metod nie pozwoliły na wyciągnięcie znaczących wniosków. W dużej mierze wybór efektywnej metody analizy w tym przypadku był podyktowany celem badania, czyli pogrupowaniem ekspertów względem podobnych ocen. W tym zakresie wybrano metodę Warda, która jako jedyna z wymienionych wykorzystuje w szacowaniu odległości (pomiędzy obiektami) analizę wariancji. Metoda Warda jest efektywna, jednak zmierza do tworzenia skupień o małej wielkości. Dlatego też zastosowano ją jedynie w drugiej analizie.

## Wyniki

Wyniki przeprowadzonej analizy, dla grupowania według zmiennych i przypadków, pozwoliły na wydzielenie skupisk zapisanych w tabelach 1 i 2 (szczegółowo oznaczenia użyte w tabelach podano w rozdziale procedura badawcza-założenia). W analizie metodą

pojedynczego wiązania oceny wykorzystywane przez ekspertów układają się w cztery skupienia dla odległości euklidesowej i dwa dla odległości miejskiej.

Z kolei dla grupowania przypadków metodą Warda sporządzono zestawienie liczebności poszczególnych skupień. Analiza osobowości ekspertów (podział na sześć niezależnych grup) wskazała na istnienie dla każdej z wybranych metod odległości dwóch skupień. Dla odległości euklidesowej osoby z cechami określonymi skrótem 1 A znalazły się w większości w skupieniu 2, 1B w skupieniu 2, 2A w skupieniu bez wyraźnego wskazania 1 i 2, 2B w skupieniu 2, 3A w skupieniu 2 oraz 3B w skupieniu 2.

Tabela 1. Zestawienie wyników dla grupowania według zmiennej

<b>Grupowanie zmiennymi</b>			
<b>Analiza – pojedyncze wiązanie</b>		<b>średnich połączeń ważonych</b>	
<b>Odległ. euklidesowa</b>		<b>Odległ. euklidesowa</b>	
<b>Ocena</b>	<b>Przynależność do skupień – grupy</b>	<b>Ocena</b>	<b>Przynależność do skupień – grupy</b>
V1	4	V1	2
V2	4	V2	2
V3	4	V3	2
V4	1	V4	3
V5	2	V5	3
V6	3	V6	1
V7	4	V7	2
<b>Odległość miejska (Manhattan) – grupy</b>		<b>Odległość miejska (Manhattan) – grupy</b>	
V1	2	V1	1
V2	2	V2	1
V3	2	V3	1
V4	2	V4	2
V5	2	V5	2
V6	1	V6	2
V7	2	V7	1

Źródło: opracowanie własne.

Dla odległości miejskiej osoby z cechami określonymi skrótem 1A i 1B oraz 3A i 3B znalazły się w skupieniach bez wyraźnego wskazania. Jedynie wyraźnie można przypisać 2A do skupienia 1 i 2B do skupienia 2.



Tabela 2. Zestawienie wyników dla grupowania według przypadków

<b>Analiza – Metoda Warda</b>			
<b>Liczebności skupień</b>			
<b>Odległ. euklidesowa</b>		<b>Odległość miejska (Manhattan)</b>	
<b>Skupienie</b>	<b>1A</b>	<b>Skupienie</b>	<b>1A</b>
1	8	1	13
2	17	2	12
<b>Skupienie</b>	<b>1B</b>	<b>Skupienie</b>	<b>1B</b>
1	9	1	13
2	16	2	12
<b>Skupienie</b>	<b>2A</b>	<b>Skupienie</b>	<b>2A</b>
1	12	1	15
2	13	2	10
<b>Skupienie</b>	<b>2B</b>	<b>Skupienie</b>	<b>2B</b>
1	3	1	5
2	22	2	20
<b>Skupienie</b>	<b>3A</b>	<b>Skupienie</b>	<b>3A</b>
1	6	1	12
2	19	2	13
<b>Skupienie</b>	<b>3B</b>	<b>Skupienie</b>	<b>3B</b>
1	9	1	13
2	15	2	12

Źródło: opracowanie własne.

### Wnioski

Odległość euklidesowa w metodzie pojedynczego wiązania grupuje oceny kryteriów w układzie wskazującym, iż indywidualne podejście do przydzielania ocen związane jest z grupą 1, 2 i 3, które odpowiadają ocenom 4, 5, 6. Taki rezultat wydaje się zasadny w kontekście faktu, iż oceny te stanowią środkowe wartości z przedziału i jednocześnie są mocno uzależnione od przekazu merytorycznego ocenianego kryterium. Skrajne oceny 1 i 7 oraz 2 i 3 znalazły się we wspólnym skupieniu nr 4. Należy zaznaczyć, iż oceny tego typu budzą zawsze największą wątpliwość, przez co są najrzadziej wybierane. W metodzie średnich połączeń ważonych uzyskano podobne wyniki. Analiza wskazuje na trzy skupiska. Pierwsze dla oceny 6, drugie dla oceny 7, 1, 2 i 3, trzecie dla ocen 4 i 5. W tym miejscu należy więc stwierdzić, iż główny cel pracy został osiągnięty.

Odległość miejska dzieli wskazane oceny na dwie grupy, co nie pozwala na wyciągnięcie konkretnych wniosków w analizowanym problemie. Podobnie jest w przypadku metody średnich połączeń ważonych. Z uwagi na brak pokrywających się wniosków z przeprowadzonych analiz nie podjęto próby interpretacji uzyskanych wyników.

Analiza skupień w układzie grupowania przypadków wskazała, iż w zasadzie nie istnieje obszar wspólnego oceniania poszczególnych kryteriów dla niezależnych cech osobowości eksperta. Wniosek ten wskazuje, iż pośredni cel pracy nie został w pełni zrealizowany. Interpretacja wartości uzyskanych w analizie przeprowadzonej z wykorzystaniem odległości euklidesowej wskazuje, iż niezależna analiza poszczególnych cech nie pozwala na jednoznaczne wykrycie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami. Należy je zatem zestawić w odpowiednie grupy, np. po dwie lub trzy cechy i wówczas dokonać badania ich wpływu na wartość postrzegania poszczególnych kryteriów. Brak jednoznaczności w podziale poszczególnych skupień w metodzie określania odległości miejskiej sprawił, iż nie dokonano dalszego wnioskowania z uzyskanych wyników. Jednocześnie należy stwierdzić, iż analiza wzrokowa dendrogramów z rysunku 3 wskazuje na istnienie pewnych skupisk o mniejszym znaczeniu, których umiejscowienie następuje dopiero po podziale na dwa duże skupiska, a następnie na cztery kolejne, co może oczywiście odpowiadać badanym cechom osobowości. Patrząc na wyniki sporządzone dla odległości euklidesowej na trzecim etapie podziału można byłoby wskazać nawet sześć skupisk opisujących badane cechy. Należy jednak pamiętać, iż wyznacznikiem do analiz jest linia odcięcia, która pozwala dokonywać wnioskowań na podstawie przeprowadzonych analiz. Pozostałe wnioski stanowią jedynie uzupełnienie mogące mieć pokrycie w dalszych badaniach nad zagadnieniem.

## Bibliografia

- Deptuła A.M., *Analysis of criteria used in the risk assessment of technical innovations*, „Procedia Engineering”, 2017, Volume 182, s. 135–142.
- Deptuła A.M., *Ocena ryzyka innowacji technicznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, rozprawa doktorska, AGH im. Stanisława Staszica w Krakowie, 2015.
- Deptuła A.M., Knosala R., *Modelowanie oceny ryzyka innowacji technicznych*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” 2015, nr 2, PTZP, Opole 2015.
- Deptuła A.M., Knosala, R., *Rola eksperta w ocenie ryzyka innowacji technicznych* [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, red. R. Knosala, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015, s. 38–46, .
- Deptuła A.M., Rudnik K., *Risk assessment of innovative project using fuzzy inference system with expert's psychological conditions*, Proceedings of the 29th International Business Information Management Association (IBIMA), 3–4 May 2017, Vienna, Austria 2017, s. 3093–3105.
- Deptuła A.M., *Analysis of risk perception in the process of implementing technical innovation*, International Conference Business Risk in Changing Dynamics of Global Village, April 26–27, Nysa 2017, (w druku).
- Deptuła A.M., Rudnik K., *The Period of Project Completion as a Key Element of Risk Assessment in Technical Innovations*, Proceedings of the 30th International Business

- Information Management Association Conference (IBIMA), 8–9 November 2017, Madrid Spain, s. 5612–5622.
- Deptuła, A. M., *Analiza ważności kryteriów oceny ryzyka innowacji technicznych z uwzględnieniem uwarunkowań psychologicznych decydentów*, XLV Konferencja Zastosowań Matematyki, Zakopane 2016, materiały konferencyjne, s. 20–21.
- Everitt B., *Cluster Analysis*, HEB, London 2001.
- Kahneman D., Tversky A., *On the psychology of prediction*, „Psychological Review” 1973, nr 80, s. 237–251.
- Kahneman D., Tversky A., *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*, „Econometrica” Vol. 47, 1979, No. 2, s. 263–292.
- Kahneman D., Tversky A., *Choices, values and frame*, „American Psychologist” 1984, nr 39, s. 341–350.
- Koronacki J., Ćwik J., *Statystyczne systemy uczące się*, wydanie drugie, Exit, Warszawa 2008.
- Korzeniewski J., *Metody selekcji zmiennych w analizie skupień: nowe procedury*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012, s. 5–34.
- Nosal Cz.S., *Umysł menedżera: problemy, decyzje, strategie*, Wrocławskie Wydawnictwo „Przecinek”, Wrocław 1993.
- Pociecha J., *Kryteria oceny procedur taksonomicznych*, „Przegląd Statystyczny” 1982, nr 1/2, s. 183–190.
- Sokal R.R., Rohlf F.J., *The comparison of dendrograms by objective methods*, Taxon 1962, nr 11(2), s. 33–40.
- Stanisz A., *Przystępny kurs statystyki: z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 3. Analizy wielowymiarowe*, Kraków 2007.
- Wierzchoń S., Kłopotek M., *Algorytmy analizy skupień*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2015.
- Zaleśkiewicz T., *Psychologia ekonomiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.

## SUMMARY

Anna Małgorzata Deptuła

### **Application of cluster analysis in grouping of experts who carry out risk assessment of technical innovations**

This paper presents the issue of risk assessment of technical innovations in the context of assessments that experts assign to particular criteria of evaluation. The study takes into account the influence of such elements as: the location of the decision-maker, motivation to act and the need for stimulation. Risk assessment of technical innovations is based on multiple criteria. Its implementation is related to the selection of experts. The selection of experts should be purposeful, hence the need to group them.

The main goal of this paper was to group the experts according to their assessments. The intermediate goal was to check how individual personality traits of experts influence their perception of the validity of criteria. The article used cluster analysis as a method of grouping objects.

The results presented in this paper relate to the analysis of six personality types: other-direction (1) and inner-direction (2), focus on success (3) and avoiding failures (4), need for strong sensations (5) and avoiding strong sensations (6). The obtained results indicate that an independent analysis of individual experts' characteristics does not allow for the unequivocal detection of differences between particular groups. An analysis consisting in combining individual features into pairs or triples is recommended as the next step.

**Key words:** technical innovations, cluster analysis, experts.

Data wpływu artykułu: 26.02.2018 r.

Data akceptacji artykułu: 16.04.2018 r.