

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

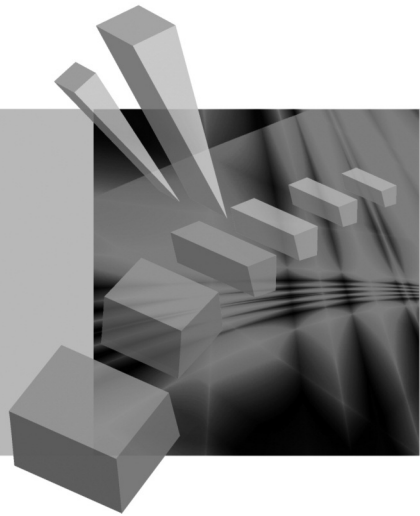
**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**242**

# **Taksonomia 19.**

## **Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania**



Redaktorzy naukowi  
**Krzysztof Jajuga**  
**Marek Walesiak**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2012

Recenzenci: Eugeniusz Gatnar, Elżbieta Gołata, Tadeusz Kufel, Józef Pocięcha,  
Mirosław Szreder, Feliks Wysocki

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Tytuł sfinansowano ze środków Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych PTS  
i Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

Publikacja jest dostępna na stronie [www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl)

Streszczenia opublikowanych artykułów są dostępne w międzynarodowej bazie danych  
The Central European Journal of Social Sciences and Humanities <http://cejsh.icm.edu.pl>  
oraz w The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),  
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon [http://kangur.uek.krakow.pl/  
bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się  
na stronie internetowej Wydawnictwa  
[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2012

**ISSN 1899-3192** (Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu)  
**ISSN 1505-9332** (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM  
Nakład: 320 egz.

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	13
<b>Stanisława Bartosiewicz</b> , Jeszcze raz o skutkach subiektywizmu w analizie wielowymiarowej .....	17
<b>Andrzej Sokolowski</b> , Q uniwersalna miara odległości .....	22
<b>Eugeniusz Gatnar</b> , Jakość danych w systemach statystycznych banków centralnych (na przykładzie NBP) .....	31
<b>Marek Walesiak</b> , Pomiar odległości obiektów opisanych zmiennymi mierzonymi na skali porządkowej – strategię postępowania.....	39
<b>Krzysztof Jajuga, Marek Walesiak</b> , XXV lat konferencji taksonomicznych – fakty i refleksje .....	47
<b>Józef Pocięcha, Barbara Pawelek</b> , Model SEM w analizie zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw w świetle koniunktury gospodarczej – problemy teoretyczne i praktyczne .....	50
<b>Paweł Lula</b> , Uczące się systemy pozyskiwania informacji z dokumentów tekstowych .....	58
<b>Ewa Roszkowska</b> , Zastosowanie metody TOPSIS do wspomagania procesu negocjacji.....	68
<b>Andrzej Młodak</b> , Sąsiedztwo obszarów przestrzennych w ujęciu fizycznym oraz społeczno-ekonomicznym – podejście taksonomiczne .....	76
<b>Andrzej Bąk</b> , Modele kategorii nieuporządkowanych w badaniach preferencji .....	86
<b>Jacek Kowalewski</b> , Zintegrowany model optymalizacji badań statystycznych.....	96
<b>Jan Paradysz, Karolina Paradysz</b> , Obszary bezrobocia w Polsce – problem benchmarkowy.....	106
<b>Tomasz Szubert</b> , W co grać, aby jak najmniej przegrać? Próba klasyfikacji systemów gry w zakładach bukmacherskich.....	116
<b>Izabela Szamrej-Baran</b> , Klasyfikacja krajów UE ze względu na ubóstwo energetyczne .....	126
<b>Sylvia Filas-Przybył, Tomasz Klimanek, Jacek Kowalewski</b> , Analiza dojazdów do pracy za pomocą modelu grawitacji.....	135
<b>Marta Dziechciarz-Duda, Anna Król, Klaudia Przybysz</b> , Minimum egzystencji a czynniki warunkujące skłonność do korzystania z pomocy społecznej. Klasyfikacja gospodarstw domowych .....	144
<b>Hanna Dudek</b> , Subiektywne skale ekwiwalentności – analiza na podstawie danych o satysfakcji z osiągniętych dochodów .....	153

<b>Joanicjusz Nazarko, Ewa Chodakowska, Marta Jaročka,</b> Segmentacja szkół wyższych metodą analizy skupień <i>versus</i> konkurencja technologiczna ustalona metodą DEA – studium komparatywne.....	163
<b>Ewa Chodakowska,</b> Wybrane metody klasyfikacji w konstrukcji ratingu szkół.....	173
<b>Bartosz Soliński,</b> Sektor energetyki odnawialnej w krajach Unii Europejskiej – klasyfikacja w świetle strategii zarządzania zmianą.....	182
<b>Krzysztof Szwarz,</b> Klasyfikacja powiatów województwa wielkopolskiego ze względu na sytuację demograficzną.....	192
<b>Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel,</b> Rejestry administracyjne w analizie przedsiębiorczości.....	202
<b>Katarzyna Chudy, Marek Sobolewski, Kinga Stępień,</b> Wykorzystanie metod taksonomicznych w prognozowaniu wskaźników rentowności banków giełdowych w Polsce.....	212
<b>Katarzyna Dębkowska,</b> Modelowanie upadłości przedsiębiorstw przy wykorzystaniu metod dyskryminacji i regresji.....	222
<b>Alina Bojan,</b> Wykorzystanie metod wielowymiarowej analizy danych do identyfikacji zmiennych wpływających na atrakcyjność wybranych inwestycji.....	231
<b>Justyna Brzezińska,</b> Analiza logarytmiczno-liniowa w badaniu przyczyn umieralności w krajach UE.....	240
<b>Aneta Rybicka, Bartłomiej Jefmański, Marcin Pelka,</b> Analiza klas ukrytych w badaniach satysfakcji studentów.....	247
<b>Bartłomiej Jefmański,</b> Pomiar opinii respondentów z wykorzystaniem elementów teorii zbiorów rozmytych i środowiska R.....	256
<b>Julita Stańczuk,</b> Porównanie rezultatów wielostanowej klasyfikacji obiektów ekonomicznych z wykorzystaniem analizy dyskryminacyjnej oraz sieci neuronowych.....	265
<b>Jerzy Krawczuk,</b> Skuteczność metod klasyfikacji w prognozowaniu kierunku zmian indeksu giełdowego S&P500.....	275
<b>Anna Czapkiewicz, Beata Basiura,</b> Symulacyjne badanie wpływu zaburzeń na grupowanie szeregów czasowych na podstawie modelu Copula-GARCH.....	283
<b>Radosław Pietrzyk,</b> Ocena efektywności inwestycji funduszy inwestycyjnych z tytułu doboru papierów wartościowych i umiejętności wykorzystania trendów rynkowych.....	291
<b>Aleksandra Witkowska, Marek Witkowski,</b> Zastosowanie metody Panzara-Rosse’a do pomiaru poziomu konkurencji w sektorze banków spółdzielczych.....	306
<b>Marcin Pelka,</b> Podejście wielomodelowe z wykorzystaniem metody <i>boosting</i> w analizie danych symbolicznych.....	315
<b>Justyna Wilk,</b> Analiza porównawcza oprogramowania komputerowego w klasyfikacji danych symbolicznych.....	323

<b>Tomasz Bartłomowicz, Justyna Wilk</b> , Zastosowanie metod analizy danych symbolicznych w przeszukiwaniu dziedzinowych baz danych.....	333
<b>Kamila Migdał-Najman</b> , Propozycja hybrydowej metody grupowania opartej na sieciach samouczących .....	342
<b>Dorota Rozmus</b> , Porównanie dokładności taksonomii spektralnej oraz zagregowanych algorytmów taksonomicznych opartych na idei metody <i>bagging</i> .....	352
<b>Krzysztof Najman</b> , Grupowanie dynamiczne z wykorzystaniem samouczących się sieci GNG .....	361
<b>Małgorzata Misztal</b> , Wpływ wybranych metod uzupełniania brakujących danych na wyniki klasyfikacji obiektów z wykorzystaniem drzew klasyfikacyjnych w przypadku zbiorów danych o niewielkiej liczebności – ocena symulacyjna .....	370
<b>Mariusz Kubus</b> , Zastosowanie wstępnego uwarunkowania zmiennej objaśnianej do selekcji zmiennych.....	380
<b>Barbara Batóg, Jacek Batóg</b> , Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do identyfikacji czynników determinujących stopę zwrotu z inwestycji na rynku kapitałowym .....	387
<b>Katarzyna Wójcik, Janusz Tuchowski</b> , Analiza porównawcza miar podobieństwa tekstów opartych na macierzy częstości i tekstów opartych na wiedzy dziedzinowej .....	396
<b>Iwona Staniec</b> , Analiza czynnikowa w identyfikacji obszarów determinujących doskonalenie systemów zarządzania w polskich organizacjach .....	406
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Adam Rzechonek, Konrad Pawelczyk, Jerzy Kołodziej, Jerzy Blaszczyk</b> , Analiza porównawcza wybranych technik eksploracji danych do klasyfikacji danych medycznych z brakującymi obserwacjami .....	416
<b>Iwona Foryś</b> , Wykorzystanie analizy log-liniowej do wyboru czynników determinujących atrakcyjność cenową mieszkań w obrocie wtórnym na przykładzie lokalnego rynku mieszkaniowego.....	426
<b>Ewa Genge</b> , Analiza skupień oparta na mieszankach uciętych rozkładów normalnych.....	436
<b>Jerzy Korzeniewski</b> , Ocena efektywności metody uśredniania zmiennych i metody Ichino selekcji zmiennych w analizie skupień .....	444
<b>Andrzej Dudek</b> , SMS – propozycja nowego algorytmu analizy skupień .....	451
<b>Artur Mikulec</b> , Metody oceny wyniku grupowania w analizie skupień.....	460
<b>Małgorzata Machowska-Szewczyk</b> , Algorytm klasyfikacji rozmytej dla obiektów opisanych za pomocą zmiennych symbolicznych oraz rozmytych .....	469
<b>Artur Zaborski</b> , Analiza PROFIT i jej wykorzystanie w badaniu preferencji .....	479
<b>Karolina Bartos</b> , Analiza skupień wybranych państw ze względu na strukturę wydatków konsumpcyjnych obywateli – zastosowanie sieci Kohonena .....	488

<b>Barbara Batóg, Magdalena Mojsiewicz, Katarzyna Wawrzyniak</b> , Klasyfikacja gospodarstw domowych ze względu na bodźce do zawierania umowy o ubezpieczenie z wykorzystaniem modeli zmiennych jakościowych .	496
<b>Izabela Kurzawa</b> , Zastosowanie modelu LA/AIDS do badania elastyczności cenowych popytu konsumpcyjnego w gospodarstwach domowych w relacji miasto–wieś .....	505
<b>Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki</b> , Metody porządkowania liniowego obiektów opisanych za pomocą cech metrycznych i porządkowych .....	513
<b>Agnieszka Sompolska-Rzechuła</b> , Porównanie klasycznej i pozycyjnej taksonomicznej analizy zróżnicowania jakości życia w województwie zachodniopomorskim .....	523
<b>Joanna Banaś, Małgorzata Machowska-Szewczyk</b> , Ocena intensywności wykorzystania skrzynek poczty elektronicznej za pomocą uporządkowanego modelu probitowego .....	532
<b>Iwona Bąk</b> , Segmentacja gospodarstw domowych emerytów i rencistów pod względem wydatków na rekreację i kulturę .....	541
<b>Aneta Becker</b> , Zastosowanie metody ANP do porządkowania województw Polski pod względem dynamiki wykorzystania ICT w latach 2008-2010	552
<b>Katarzyna Dębowska</b> , Klasyfikacja sektorów ze względu na ich kondycję finansową przy użyciu metod wielowymiarowej analizy statystycznej .....	562
<b>Anna Domagała</b> , Propozycja metody doboru zmiennych do modeli DEA (procedura kombinowanego doboru w przód).....	571
<b>Henryk Gierszal, Karina Pawlina, Maria Urbańska</b> , Analiza statystyczna w badaniach zapotrzebowania na usługi teleinformatyczne sieci łączności ruchomej .....	580
<b>Hanna Gruchociak</b> , Konstrukcja estymatora regresyjnego dla danych o strukturze dwupoziomowej.....	590
<b>Tomasz Klimanek, Marcin Szymkowiak</b> , Zastosowanie estymacji pośredniej uwzględniającej korelację przestrzenną w opisie niektórych charakterystyk rynku pracy .....	601
<b>Jarosław Lira</b> , Prognozowanie opłacalności produkcji żywca wieprzowego w Polsce .....	610
<b>Christian Lis</b> , Wykorzystanie metody klasyfikacji w ocenie konkurencyjności portów południowego Bałtyku .....	619
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz</b> , Wykorzystanie wielomianowego modelu logitowego do oceny szansy podjęcia pracy przez bezrobotnych .	628
<b>Lucyna Przezbórska-Skobiej, Jarosław Lira</b> , Przestrzeń agroturystyczna Polski i ocena jej atrakcyjności.....	637
<b>Paweł Ulman</b> , Model rozkładu wydatków a funkcje popytu.....	646
<b>Maria Urbańska, Tadeusz Mizera, Henryk Gierszal</b> , Zastosowanie metod analizy statystycznej w badaniach mięczaków .....	655

## Summaries

<b>Stanisława Bartosiewicz</b> , The effects of subjectivism in multivariate analysis revisited.....	21
<b>Andrzej Sokółowski</b> , Q universal distance measure .....	30
<b>Eugeniusz Gatnar</b> , Data quality in central banks' statistical systems (NBP example) .....	38
<b>Marek Walesiak</b> , Distance measures for ordinal data – strategies of proceedings.....	46
<b>Krzysztof Jajuga, Marek Walesiak</b> , XXV years of taxonomic conferences – some facts and remarks.....	49
<b>Józef Pocięcha, Barbara Pawelek</b> , General SEM model in researching corporate bankruptcy and business cycles – theoretical and practical problems.....	57
<b>Paweł Lula</b> , Learning-based systems of information extraction from textual resources .....	67
<b>Ewa Roszkowska</b> , The application of the TOPSIS method to support the negotiation process .....	75
<b>Andrzej Młodak</b> , Neighborhood of spatial areas in the physical and socio-economic context – a taxonomic approach.....	85
<b>Andrzej Bąk</b> , Models for unordered categories in preference analysis.....	95
<b>Kowalewski Jacek</b> , An integrated model of optimizing statistical surveys ....	105
<b>Jan Paradysz, Karolina Paradysz</b> , Areas of unemployment in Poland – benchmark problem .....	115
<b>Tomasz Szubert</b> , How to play to lose the least? Classification of systems in sports bets .....	125
<b>Izabela Szamrej-Baran</b> , Classification of EU member states in view of fuel poverty .....	134
<b>Sylvia Filas-Przybył, Tomasz Klimanek, Jacek Kowalewski</b> , An attempt to use the gravity model in the analysis of commuters.....	143
<b>Marta Dziechciarz-Duda, Anna Król, Klaudia Przybysz</b> , Subsistence minimum versus factors influencing tendency to benefit from social care. Classification of households .....	152
<b>Hanna Dudek</b> , Subjective equivalence scales – analysis based on data about satisfaction with incomes.....	162
<b>Joanicjusz Nazarko, Ewa Chodakowska, Marta Jarocka</b> , Segmentation of universities using cluster analysis versus technological competitors determined by the DEA method – a comparative study .....	172
<b>Ewa Chodakowska</b> , Selected methods of classification in schools' rating.....	181
<b>Bartosz Soliński</b> , Renewable energy sector in the European Union – classification in the light of change management strategy .....	191
<b>Krzysztof Szwarz</b> , Classification of Wielkopolska voivodeship due to the demographic situation .....	201

<b>Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel</b> , Administrative registers in business analysis.....	211
<b>Katarzyna Chudy, Marek Sobolewski, Kinga Stępień</b> , Application of taxonomic methods in forecasting the profitability ratios of listed banks in Poland.....	221
<b>Katarzyna Dębowska</b> , Modeling bankruptcy of firms by using discrimination and regression methods.....	230
<b>Alina Bojan</b> , Identification of variables which influence attractiveness of given investments with the usage of multivariate analysis.....	239
<b>Justyna Brzezińska</b> , Log-linear analysis in the study of mortality in EU.....	246
<b>Aneta Rybicka, Bartłomiej Jefmański, Marcin Pelka</b> , Latent class analysis in student satisfaction surveys.....	254
<b>Bartłomiej Jefmański</b> , The respondent's opinions measurement in the R program with an application of fuzzy sets theory.....	264
<b>Julita Stańczuk</b> , A comparison of the results of multistate classification of economic objects using discriminant analysis and artificial neural networks.....	274
<b>Jerzy Krawczuk</b> , Effectiveness of classification methods in S&P500 stock index direction changes forecasting.....	282
<b>Anna Czapkiewicz, Beata Basiura</b> , The simulation study of the utility of the Copula-GARCH models for clustering financial time series.....	290
<b>Radosław Pietrzyk</b> , Timing and selectivity in mutual funds performance measurement.....	305
<b>Aleksandra Witkowska, Marek Witkowski</b> , Use of the Panzar-Rosse method to assess of the competition level in the cooperative banks sector.....	314
<b>Marcin Pelka</b> , Ensemble learning with the application of <i>boosting</i> in symbolic data analysis.....	322
<b>Justyna Wilk</b> , Comparative study of symbolic data classification software.....	332
<b>Tomasz Bartłomowicz, Justyna Wilk</b> , Application of symbolic data analysis methods for domain database searching.....	341
<b>Kamila Migdał-Najman</b> , A proposal of hybrid clustering method based on self-learning networks.....	351
<b>Dorota Rozmus</b> , Comparison of accuracy of spectral clustering and cluster ensembles stability based on bagging idea.....	360
<b>Krzysztof Najman</b> , A dynamic grouping based on self-learning GNG networks.....	369
<b>Małgorzata Misztal</b> , Influence of data imputation methods on the results of object classification using classification trees in the case of small data sets – simulation assessment.....	379
<b>Mariusz Kubus</b> , The application of pre-conditioning of explanatory variable for feature selection.....	386
<b>Barbara Batóg, Jacek Batóg</b> , Application of discriminant analysis to the identification of factors determining the rate of return on the capital market.....	395



<b>Katarzyna Wójcik, Janusz Tuchowski</b> , Comparative analysis of text documents similarity measures based on frequency matrix and based on domain knowledge.....	405
<b>Iwona Staniec</b> , Factor analysis in the identification of areas that determine the improvement of management systems in Polish organizations.....	415
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Adam Rzechonek, Konrad Pawełczyk, Jerzy Kołodziej, Jerzy Błaszczyk</b> , Comparative analysis of selected data mining approaches to the classification of medical data with missing values (covariates).....	425
<b>Iwona Foryś</b> , The log-linear analysis using to select the factors determining the attractiveness of the price of flats on the secondary market on the example of local housing market.....	435
<b>Ewa Genge</b> , Trimming approach to the mixtures of normal distributions.....	443
<b>Jerzy Korzeniewski</b> , Efficiency assessment of Ichino method and mean value method of selecting variables in cluster analysis.....	450
<b>Andrzej Dudek</b> , SMS – proposal of new clustering algorithm.....	459
<b>Artur Mikulec</b> , Evaluation methods for the grouping result in cluster analysis.....	468
<b>Małgorzata Machowska-Szewczyk</b> , Fuzzy clustering algorithm for objects described by symbolic or fuzzy variables.....	478
<b>Artur Zaborski</b> , PROFIT analysis and its using in the research of preferences.....	487
<b>Karolina Bartos</b> , Cluster analysis of selected countries due to the structure of their citizens' consumer expenditures – the use of Kohonen networks.....	495
<b>Barbara Batóg, Magdalena Mojsiewicz, Katarzyna Wawrzyniak</b> , Classification of households according to the impulses of concluding the insurance contract by means of qualitative variable models.....	504
<b>Izabela Kurzawa</b> , The application of LA/AIDS model to examine price elasticities of demand of households in the urban-rural relationship.....	512
<b>Aleksandra Luczak, Feliks Wysocki</b> , Linear ordering methods of objects described by a set of metric and ordinal characteristics.....	522
<b>Agnieszka Sompolska-Rzechuła</b> , The comparison of the classical and positional taxonomic analysis of the quality of life differentiation in Zachodniopomorskie voivodeship.....	531
<b>Joanna Banaś, Małgorzata Machowska-Szewczyk</b> , Evaluation of intensity of mailboxes using with the ordered probit model.....	540
<b>Iwona Bąk</b> , Segmentation of pensioners and annuitants households in terms of expenditures on recreation and culture.....	551
<b>Aneta Becker</b> , Application of ANP method to organize Polish voivodships in terms of dynamics of the use of ICT in 2008-2010.....	561
<b>Katarzyna Dębowska</b> , The classification of sectors' financial situation using the methods of multivariate statistical analysis.....	570

---

<b>Anna Domagała</b> , Proposal of a new method for variable selection in DEA models (combined forward stepwise selection method).....	579
<b>Henryk Gierszal, Karina Pawlina, Maria Urbańska</b> , Statistical analysis in demand research of ICT services in mobile networks.....	589
<b>Hanna Gruchociak</b> , Construction of regression estimator for two-level data	600
<b>Tomasz Klimanek, Marcin Szymkowiak</b> , Application of spatial models in indirect estimation of some labor market characteristics .....	609
<b>Jarosław Lira</b> , Forecasting of hog livestock production profitability in Poland .....	618
<b>Christian Lis</b> , The utilization of taxonomic methods in the appraisal of competitiveness of south Baltic ports .....	627
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz</b> , The application of the multinomial logit model in evaluating employment odds for the unemployed job seekers .....	636
<b>Lucyna Przezbórska-Skobiej, Jarosław Lira</b> , Agritourism space of Poland and its valuation.....	645
<b>Paweł Ulman</b> , Model of expenses distribution and demand functions.....	654
<b>Maria Urbańska, Tadeusz Mizera, Henryk Gierszal</b> , Methods of statistical analysis in research of molluscs .....	663

**Ewa Roszkowska**

Uniwersytet w Białymstoku

---

## ZASTOSOWANIE METODY TOPSIS DO WSPOMAGANIA PROCESU NEGOCJACJI

---

**Streszczenie:** Celem pracy jest prezentacja matematycznych podstaw systemu wspomaganie procesu negocjacji z wykorzystaniem procedury TOPSIS. Procedura TOPSIS umożliwia ocenę wartości ofert, ich uporządkowanie od najlepszej do najgorszej, wyznaczenie ofert alternatywnych, szacowanie i porównanie wartości ustępstw, rozważenie poprawy kompromisu przez poszukiwanie rozwiązań optymalnych w sensie Pareto. Istotną zaletą tej metody jest prostota obliczeniowa, łatwość i przejrzystość interpretacji otrzymanych wyników, możliwość uogólnienia na zmienne lingwistyczne, przedziałowe czy liczby rozmyte.

**Słowa kluczowe:** negocjacje, TOPSIS, system wspomaganie negocjacji.

### 1. Wstęp

Negocjacje to złożony proces interakcji między co najmniej dwiema stronami, którego celem jest podjęcie wspólnej decyzji umożliwiającej realizację interesów wszystkim stronom. Dochodzenie do porozumienia odbywa się przez wymianę ofert, czynienie ustępstw, argumentację, wzajemne przekonywanie się [Kamiński 2003; Roszkowska 2011].

Głównym celem pracy jest prezentacja matematycznych podstaw systemu wspomaganie procesu negocjacji z wykorzystaniem procedury TOPSIS. W zależności od uwzględnianych typów danych metoda TOPSIS przyjmuje różne formy: klasyczną (dane wejściowe są znanymi wartościami rzeczywistymi cech dla rozpatrywanych obiektów), interwałową (wartości cech obiektów są liczbami przedziałowymi – początek przedziału definiuje minimalną, a koniec – maksymalną wartość cechy), rozmytą (wartości cech nie są precyzyjnie wyrażone lub są określone za pomocą poziomów zmiennej lingwistycznej, którym odpowiadają, np. trójkątne liczby rozmyte reprezentowane przez trzy oceny: pesymistyczną, najbardziej prawdopodobną i optymistyczną) [Hwang, Yoon 1981; Chen, Hwang 1992; Jahanshahloo, Hosseinzadeh Lofti, Izadikhah 2006a; 2006b; Wysocki 2010].

W pracy wykorzystano klasyczną metodę TOPSIS, wskazując także na możliwość uogólnień proponowanej procedury na zmienne lingwistyczne, przedziałowe czy liczby rozmyte. Metoda TOPSIS umożliwia ocenę wartości ofert, ich uporząd-

kowanie od najlepszej do najgorszej, szacowanie wartości ustępstw. Uporządkowanie ofert zachodzi względem ich podobieństwa do najbardziej preferowanej z nich, przy czym podobieństwo determinowane jest na podstawie minimalizacji odległości oferty do najbardziej pożądanej, a maksymalizacji odległości do najmniej pożądanej. Istotną zaletą proponowanej procedury jest nie tylko prostota obliczeniowa, ale także łatwość i przejrzystość interpretacji otrzymanych wyników.

## 2. Główne założenia modelu negocjacji

Wspomaganie procesu negocjacji powiązane z problemem wielokryterialnego podejmowania decyzji. Przyjęto założenie, że alternatywą jest pakiet negocjacyjny, który negocjator może przedstawić jako ofertę lub otrzymać od oponenta, atrybutem alternatywy – zagadnienie negocjacyjne, czyli punkt do uzgodnienia, a wartością atrybutu – opcja zagadnienia negocjacyjnego. Wyróżnia się przy tym zagadnienia negocjacyjne typu korzyść (im większa wartość, tym lepiej) oraz typu koszt (im mniejsza wartość, tym lepiej). Dla każdego zagadnienia negocjator wyznacza opcję minimalną (najgorszą z możliwych do zaakceptowania) oraz maksymalną (najlepszą z możliwych do zaakceptowania). Opcje te reprezentują jednocześnie maksymalną granicę żądań oraz minimalną granicę ustępstw dla danego zagadnienia. Oferty akceptowalne przez negocjatora są następnie wyrażane w ustalonej skali rzeczywistej, według zagadnień negocjacyjnych, i zestawione w macierz decyzyjną. Opierając się na wartościach macierzy decyzyjnej i wektorze wag (szacującym istotność rozważanych zagadnień negocjacyjnych), do oceny ofert wykorzystuje się metodę TOPSIS.

Metoda TOPSIS zaproponowana przez Hwanga i Yoona [1981], ale nawiązująca do podstaw teoretycznych wcześniej przyjętych przez Hellwiga [1968], pozwala wyznaczyć odległości każdej oferty od oferty idealnej (najlepszej z możliwych) i antyidealnej (najgorszej z możliwych), a następnie liniowym ich uporządkowaniu. W pracy wykorzystano klasyczną metodę TOPSIS, gdzie dane wejściowe są liczbami rzeczywistymi.

## 3. Model decyzyjny negocjatora z wykorzystaniem klasycznej procedury TOPSIS

Przyjęto następujące określenia i oznaczenia.

**Pakiet negocjacyjny** – alternatywa, którą negocjator może przedstawić jako ofertę lub otrzymać od oponenta.

**Zagadnienie** – punkt do uzgodnienia, czyli aspekt przedmiotu negocjacji (atrybut alternatywy).

**Opcja** – wartość atrybutu.

Opis sytuacji decyzyjnej jest punktem wyjścia analizy procesu wspomaganie decyzji podczas prowadzenia rozmów negocjacyjnych. Formalny zapis problemu decy-

zyjnego negocjatora przedstawia uporządkowana siódemka  $(\mathbf{Z}, \mathbf{P}, I, J, X, \mathbf{w}, \mathbf{O})$ , przy czym:

$\mathbf{Z} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$  – zbiór rozważanych zagadnień negocjacyjnych,

$\mathbf{P} = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$  – zbiór pakietów negocjacyjnych,

$I$  – zbiór zagadnień zyskowych (im więcej, tym lepiej),

$J$  – zbiór zagadnień kosztowych (im mniej, tym lepiej),

$X = [x_{ij}]_{m \times n}$  – macierz decyzyjna, gdzie  $x_{ij}$  wartość opcji  $j$ -tego zagadnienia dla

$i$  – tego pakietu negocjacyjnego,

$P_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$  – reprezentacja  $i$ -tego pakietu negocjacyjnego,

$\mathbf{w} = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  – wektor wag określających stopień ważności zagadnień

negocjacyjnych, gdzie  $w_j$  – waga  $j$ -tego zagadnienia,  $w_j \geq 0$ ,  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

$\mathbf{O} = \{O(P_i), i \in \mathbf{P}$ , gdzie  $O(P_i)$  ocena pakietu negocjacyjnego uzyskanego metodą TOPSIS}.

Dla każdego pakietu ze zbioru  $\mathbf{P}$  wyznacza się metodą TOPSIS syntetyczny miernik oceny jego wartości, będący funkcją agregującą wartości opcji poszczególnych zagadnień zgodnie z następującą procedurą [Chen, Hwang 1981]:

**Etap 1.** Ustalone wartości opcji dla poszczególnych zagadnień negocjacyjnych zestawia się w macierz danych

$$X = [x_{ij}]_{m \times n}, \quad (1)$$

gdzie:  $x_{ij}$  – wartość opcji  $j$ -tego zagadnienia dla  $i$ -tego pakietu;

$i = 1, 2, \dots, m$  – liczba pakietów;

$x_{ij} \in \mathfrak{R}$   $j = 1, 2, \dots, n$  – liczba zagadnień.

Wyznacza się zbiór zagadnień negocjacyjnych zyskowych ( $I$ ) oraz zbiór zagadnień negocjacyjnych kosztowych ( $J$ ).

**Etap 2.** Normalizacja wartości opcji zagadnień negocjacyjnych zgodnie z procedurą:

$$z_{ij} = \left( \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} \right)^p, \quad (2)$$

gdzie:  $i$  – numer pakietu ( $i = 1, 2, \dots, m$ );

$j$  – numer zagadnienia ( $j = 1, 2, \dots, n$ );

$\max_i \{x_{ij}\}$  – maksymalna wartość opcji  $j$ -tego zagadnienia;

$\min_i \{x_{ij}\}$  – minimalna wartość opcji  $j$ -tego zagadnienia;

$p$  – parametr.

Celem normalizacji jest ujednoczenie charakteru wartości opcji zagadnień oraz sprowadzenie tych wartości do porównywalności.

**Etap 3.** Wyznaczenie znormalizowanej macierzy decyzyjnej z uwzględnieniem wektora wag zgodnie ze wzorem:

$$v_{ij} = w_j z_{ij} \text{ dla } i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n, \quad (3)$$

gdzie  $w_j$  jest wagą  $j$ -tego zagadnienia,  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

**Etap 4.** Wyznaczenie rozwiązania idealnego oraz antyidealnego.

Rozwiązanie idealne  $A^+$  ma postać:

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}, \text{ gdzie } v_j^+ = \begin{cases} \max_i v_{ij} & \text{gdy } j \in I \\ \min_i v_{ij} & \text{gdy } j \in J \end{cases} \quad (4)$$

Rozwiązanie antyidealne  $A^-$  ma postać:

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}, \text{ gdzie } v_j^- = \begin{cases} \max_i v_{ij} & \text{gdy } j \in J \\ \min_i v_{ij} & \text{gdy } j \in I \end{cases} \quad (5)$$

$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ .

**Etap 5.** Obliczenie odległości euklidesowej mierników oceny pakietów od pakietu idealnego (wzorca)  $A^+$  oraz pakietu antyidealnego (antywzorca)  $A^-$  zgodnie ze wzorami:

$$d^+(P_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad (6)$$

$$d^-(P_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (7)$$

dla  $(i = 1, 2, \dots, m)$ .

**Etap 6.** Wyznaczenie wartości syntetycznego miernika oceny  $i$ -tego pakietu negocjacyjnego  $P_i$  zgodnie ze wzorem:

$$O(P_i) = \frac{d^-(P_i)}{d^-(P_i) + d^+(P_i)}, \text{ gdzie } (i = 1, 2, \dots, m). \quad (8)$$

Zachodzi przy tym  $0 \leq O(P_i) \leq 1$ . Wyższe wartości miernika  $O(P_i)$  świadczą o wyższej pozycji w rankingu  $i$ -tego pakietu negocjacyjnego.

**Etap 7.** Uporządkowanie liniowe pakietów negocjacyjnych ze względu na wartość miernika oceny pakietu negocjacyjnego.

Różnica ocen wartości pakietów ( $\Delta O_{i,j} = O(P_i) - O(P_j)$ ) stanowi ocenę ustępstwa lub korzyści w przypadku zmiany oferty z  $P_j$  na  $P_i$ , gdzie  $i \neq j$ .

W zależności od struktury procesu decyzyjnego wykorzystywane mogą być inne metody normalizacji zmiennych (np. przekształcenie ilorazowe, wektorowe, liniowe) czy metody wyznaczania odległości [Grabiński, Wydmus, Zeliaś 1989; Wysocki 2010]. W przypadku pomiaru odległości zmiennych różnych typów (mierzalnych i niemierzalnych) użyteczna jest uogólniona miara odległości Walesiaka (GDM) [Walesiak 2002]. Z kolei wagi negocjowanych zagadnień są rezultatem subiektywnej oceny negocjatora, oceny eksperckiej, metody AHP [Satty 1980], wykorzystania skali lingwistycznej [Jadidi i in. 2008] czy też wybranych metod statycznych [Olson 2004; Wysocki 2010].

#### **4. Wspomaganie procesu negocjacji pozycyjnych oraz integracyjnych z wykorzystaniem procedury TOPSIS**

Ze względu na nastawienie do sytuacji negocjacyjnej oraz charakter zależności pomiędzy interesami stron wyróżnia się dwa rodzaje negocjacji różniące się procedurą prowadzenia rozmów: pozycyjne oraz integracyjne [Kamiński 2003; Kersten 2001]. Negocjacje pozycyjne są związane z sytuacją, gdy interesy stron są całkowicie sprzeczne. Zysk jednej ze stron odpowiada stracie drugiej, a każda ze stron pragnie maksymalizować wynik negocjacji. Negocjacje integracyjne odpowiadają sytuacji, gdy interesy stron są częściowo sprzeczne, częściowo zgodne. Polegają na twórczym poszukiwaniu rozwiązania, które zaspokajałoby interesy obu stron. W ujęciu teorii gier negocjacje pozycyjne są ilustrowane za pomocą gry o sumie zerowej, a integracyjne – gry o sumie niezerowej.

Procedura TOPSIS może mieć zastosowanie we wspomaganiu procesu negocjacji obu typów przy założeniu, że proces negocjacji traktuje się jako wymianę ofert, a każdej ofercie przypisuje się dwie wartości, z których każda odzwierciedla stopień satysfakcji z pakietu negocjacyjnego (wyznaczony metodą TOPSIS) dla każdej ze stron. Negocjacje kończą się, gdy strony osiągną kompromis lub jedna z nich zerwie negocjacje.

Zagadnienia negocjacyjne, propozycje ofert, wektory wag są efektem wspólnych ustaleń lub też szacowane są niezależnie przez każdą ze stron. Negocjator może wybrać ograniczoną liczbę pakietów, aby zorientować się w zbiorze wszystkich rozwiązań, a następnie dokonać uogólnienia oceny na pakiety, które nie zostały wstępnie wybrane do oceny. Istnieje również możliwość oceny nowych pakietów, które pojawiają się w trakcie prowadzonych rozmów. W sytuacji, gdy dołączony pakiet nie

zmienia granicy żądań i ustępstw rozważanych zagadnień oraz wektora wag, wystarczy tylko oszacować wartość syntetycznego miernika oceny tego pakietu zgodnie ze wzorami (1)-(8) oraz dołączyć jego ocenę do rozbioru ocen pozostałych pakietów.

Wzajemne przekonywanie się, argumenty, presja czy manipulacja mogą spowodować modyfikację zestawu negocjowanych zagadnień, granic żądań czy ustępstw, wag negocjowanych zagadnień. Należy wówczas redefiniować sytuację negocjacyjną przez ustalenie nowych zakresów opcji, ich liczby, zbiorów pakietów negocjacyjnych, wektora wag oraz dokonać powtórnie oceny ofert zgodnie ze wzorami (1)-(8) procedury TOPSIS.

W obu przypadkach analiza sytuacji negocjacyjnych, z wykorzystaniem wektorów oceny ofert, pozwala opisać oferty alternatywne, oszacować i porównać ustępstwa, wyznaczyć stopień zadowolenia z osiągniętego kompromisu, zaprogramować strategię negocjacyjną.

**Definicja 1.** Niech  $(\mathbf{Z}^i, \mathbf{P}^i, I^i, J^i, X^i, \mathbf{w}^i, \mathbf{O}^i)$  oznacza schemat decyzyjny  $i$ -tego negocjatora, gdzie  $i = 1, 2$ . Powiemy, że ze względu na  $j$ -te zagadnienie negocjacyjne interesy stron są:

i) sprzeczne, jeżeli

$$j \in (I^1 \cap J^2) \cup (I^2 \cap J^1),$$

ii) zgodne, jeżeli

$$j \in (I^1 \cap I^2) \cup (J^1 \cap J^2),$$

gdzie  $j \in (I^1 \cup J^1) \cap (I^2 \cup J^2)$ .

**Definicja 2.** Niech  $(\mathbf{Z}^i, \mathbf{P}^i, I^i, J^i, X^i, \mathbf{w}^i, \mathbf{O}^i)$  oznacza schemat decyzyjny  $i$ -tego negocjatora, gdzie  $i = 1, 2$ . Negocjacje nazwiemy:

i) pozycyjnymi, jeśli

$$\Delta O_{i/j}^1 = -\Delta O_{i/j}^2$$

dla dowolnego pakietu negocjacyjnego  $P_i$ ,

ii) integracyjnymi, jeśli

$$\Delta O_{i/j}^1 \neq -\Delta O_{i/j}^2$$

dla pewnego pakietu negocjacyjnego  $P_i$ .

Można łatwo sprawdzić, że jeśli  $\mathbf{Z}^1 = \mathbf{Z}^2$ ,  $\mathbf{P}^1 = \mathbf{P}^2$ ,  $X^1 = X^2$ ,  $\mathbf{w}^1 = \mathbf{w}^2$  oraz ze względu na dowolne zagadnienie negocjacyjne interesy stron są sprzeczne, to dla dowolnego pakietu negocjacyjnego  $P_i$  zachodzi  $O^1(P_i) + O^2(P_i) = 1$ , czyli negocjacje są pozycyjne. Ustalenie ostatecznego rozwiązania jest wtedy związane np. ze stosowaniem zasad sprawiedliwego podziału, wynikiem siły negocjujących stron czy umiejętnościami przekonywania.



Negocjacje integracyjne towarzyszą sytuacji, gdy interesy stron są częściowo zbieżne, częściowo rozbieżne, jak również sytuacji, gdy interesy stron są całkowicie rozbieżne, ale o różnym znaczeniu dla stron (różne wektory wag) czy też o różnych granicach ustępstw. Wtedy strony mogą rozważyć możliwość poprawy kompromisu przez poszukiwanie rozwiązań optymalnych w sensie Pareto.

## 5. Uwagi końcowe

Metoda TOPSIS wielokryterialnego podejmowania decyzji może być użytecznym narzędziem stosowanym do wspomagania procesu negocjacji. Klasyczna metoda TOPSIS sprawdza się w przypadku pełnego zasobu informacji oraz dysponowania precyzyjnymi i ostrymi wartościami. Negocjacje są jednak złożonym procesem podejmowania decyzji na dwóch współzależnych poziomach: poziomie interesów oraz poziomie relacji pomiędzy stronami uwarunkowanymi czynnikami zewnętrznymi, które w sposób pośredni lub bezpośredni mają na nie wpływ [Roszkowska 2011]. Złożoność procesu negocjacji powoduje, że trudno jest opisać przebieg negocjacji, używając dokładnych, precyzyjnych pojęć. Ścisłe i precyzyjne sformalizowanie procesu negocjacji pozwala co prawda na pewną elegancję matematyczną, ale wyniki praktyczne są często niezadowolające.

Struktura negocjacji powoduje więc, że do pełnego jej opisu niezbędne jest użycie naturalnego języka, który operuje słowami, czyli wielkościami jakościowymi, pojęciami słabo zdefiniowanymi, często niedokładnymi. Przetwarzanie danych w procesie negocjacji oparte jest zarówno na zmiennych liczbowych, jak i na zmiennych lingwistycznych, które przyjmują jako swe wartości słowa. Opis jakościowy jest mniej precyzyjny i zależny od osoby opisującej. Nieprecyzyjność może wynikać z braku wiedzy o wartości pewnej wielkości, ale również z subiektywnej oceny. Mamy do czynienia z niedoskonałością informacji (np. niepewność probabilistyczna, rozmyta), niekompletnością informacji, informacjami lingwistycznymi. Z drugiej strony, nawet nie mając możliwości przetwarzania dużych ilości informacji, ale wykorzystując myślenie w kategoriach przybliżonych, używając zmiennych lingwistycznych, można budować zadowolające modele. Istota i charakter negocjacji uzasadniają więc wykorzystanie metod zbiorów rozmytych do modelowania procesu negocjacji. Niepełność informacji uwzględnia przedziałowa metoda TOPSIS [Jahanshahloo, Hosseinzadeh Lofti, Izadikhah 2006a; Wysocki 2010], natomiast odpowiedzią na nieostry charakter procesu negocjacji jest rozmyta metoda TOPSIS [Jahanshahloo, Hosseinzadeh Lofti, Izadikhah 2006b; Kahraman, Buyukozkan, Ates 2007; Wysocki 2010]. Lingwistyczne podejście do procesu negocjacji wymaga określenia etykiet lingwistycznych oraz funkcji przynależności dla opisów pakietów negocjacyjnych oraz wag rozważanych zagadnień. Następnie za pomocą określonych skal lingwistycznych decydent nadaje stopnie ważności kryteriom i wartości preferencji pakietów dla poszczególnych kryteriów [Jadidi i in. 2008; Wysocki 2010].

## Literatura

- Chen S.J., Hwang C.L., *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin 1992.
- Grabiński T., Wydmus S., Zeliaś A., *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, PWN, Warszawa 1989.
- Hellwig Z., *Zastosowania metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny” 1968, z. 4.
- Hwang C.L., Yoon K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin 1981.
- Jadidi O., Hong T.S., Firouzi F., Yusuff R.M., *An optimal grey based approach based on TOPSIS concept for supplier selection problem*, „International Journal of Management Science and Engineering Management” 2008, vol. 4, no 2.
- Jahanshahloo G.R., Hosseinzadeh Lofti F., Izadikhah M., *An algorithmic method to extend topsis for decision making problems with interval data*, „Applied Mathematics and Computation” 2006a, no 175.
- Jahanshahloo G.R., Hosseinzadeh Lofti F., Izadikhah M., *Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data*, „Applied Mathematics and Computation” 2006b, no 181.
- Kahraman C., Buyukozkan G., Ates N.Y., *A two-phase multi-attribute decision making approach for new products introduction*, „Information Sciences” 2007, no 177.
- Kamiński J., *Negocjowanie techniki rozwiązywania konfliktów*, Poltext, Warszawa 2003.
- Kersten G.E., *Modeling distributive and integrative negotiations. review and revised characterization*, „Group Decision and Negotiation” 2001, vol. 10.
- Olson D.L., *Comparison of weights in TOPSIS models*, „Mathematical and Computer Modeling” 2004.
- Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York 1980.
- Roszkowska E., *Wybrane modele negocjacji*, Wydawnictwo UwB, Białystok 2011.
- Walesiak M., *Uogólniona miara odległości w statystycznej analizie wielowymiarowej*, Wydawnictwo AE, Wrocław 2002.
- Wysocki F., *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wydawnictwo UP, Poznań 2010.

## THE APPLICATION OF THE TOPSIS METHOD TO SUPPORT THE NEGOTIATION PROCESS

**Summary:** The aim of the paper is the presentation of mathematical basis of the negotiation support system with the application of the TOPSIS procedure. The TOPSIS procedure makes possible the evaluation of offers, allows to put them into order from the best to the worst one, to determine the alternative offers, to evaluate and compare the size of potential concessions and it also helps in the improvement of the compromise by searching for the Pareto optimal solutions. The great values of this procedure are: the calculation simplicity, easiness and clearness of the interpretation of the obtained results, possibility of its generalization on the linguistic variables, interval or the fuzzy numbers.

**Keywords:** negotiation, TOPSIS, negotiation support system.