

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

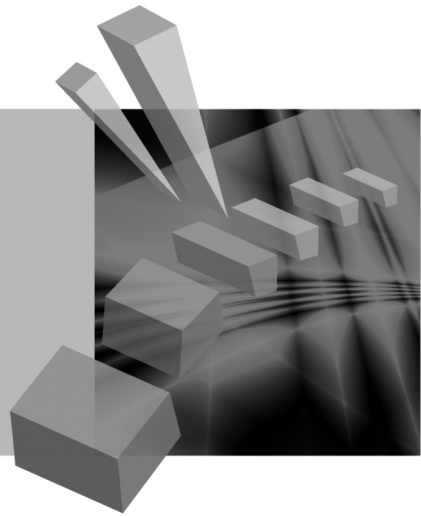
RESEARCH PAPERS

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

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,
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

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

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

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

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

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

Summaries

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

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

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

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

Aneta Becker

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

ZASTOSOWANIE METODY ANP DO PORZĄDKOWANIA WOJEWÓDZTW POLSKI POD WZGLĘDEM DYNAMIKI WYKORZYSTANIA ICT W LATACH 2008-2010

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki uporządkowania województw Polski pod względem wykorzystania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach (ICT – *Information and Communication Technology*) w latach 2008-2010. W badaniach wykorzystano metodę wielokryterialnego wspomaganie decyzji ANP (*Analytic Network Process*). Zastosowany algorytm pozwolił na analizę położenia województw ze względu na różne zaawansowanie obszarów w przestrzeni teleinformatycznej.

Słowa kluczowe: technologie teleinformatyczne, wielokryterialne metody decyzyjne, analityczny proces sieciowy.

1. Wstęp

Funkcjonowanie współczesnych przedsiębiorstw w znacznym stopniu zależy od odpowiedniego wykorzystania osiągnięć technologii teleinformatycznych. Postęp w obszarze tych technologii sprawił, że informacja i zdobyta dzięki niej wiedza stały się produktami strategicznymi. Natomiast umiejętne jej pozyskiwanie na podstawie dostępnych danych i właściwe wykorzystanie często decydują o sukcesie firmy na rynku. Internet stał się poważnym narzędziem biznesu, a jego rozwój wynika m.in. z: braku ograniczeń biurokratycznych, możliwości międzynarodowej współpracy specjalistów, światowego zasięgu oraz elastyczności. Wspomaga on przedsiębiorczość w: realizacji transakcji kupna i sprzedaży, wymianie informacji, rozliczeniach finansowych, promocji, poszukiwaniu dostawców, czyli przyczynia się do budowy przewagi konkurencyjnej [*Społeczeństwo informacyjne...* 2010, s. 14]. Współczesne przedsiębiorstwa, chcąc nadażyć za postępem technologii teleinformatycznych, powinny inwestować w nowoczesny sprzęt i oprogramowanie, który znacznie usprawnia zarządzanie relacjami w biznesie oraz umożliwia stosowanie nowych modeli prowadzenia działalności w rozwijającej się gospodarce cyfrowej.

Celem artykułu jest ranking województw Polski ze względu na dynamikę wykorzystania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach

w latach 2008-2010. W badaniach wykorzystano metodę wielokryterialnego wspomagania decyzji ANP (*Analytic Network Process*). Uzyskane wyniki posłużyły do oceny zmian, jakie można zaobserwować w przestrzeni teleinformatycznej i zaangażowania poszczególnych województw w nowoczesne technologie. Intensywność, z jaką przebiegają procesy teleinformatyczne, oraz ich zmienność są ciekawym obszarem do monitorowania rozwoju regionalnego Polski i dają pełniejszy obraz oraz wiedzę na temat przebiegu analizowanego zjawiska. Istotne wydaje się ujęcie omawianego zjawiska dynamicznie. Przy czym badanie dynamiki jest rozumiane jako obserwowanie rozwoju wykorzystania technologii ICT (*Information and Communications Technology*) w kolejnych latach (jednostkach czasu) i porównywanie pozycji województw (wariantów) w uzyskanych rankingach.

W pracy przyjęto założenie, że wariant decyzyjny to województwo będące ustaloną administracyjnie strefą gospodarczą o różnym poziomie doinwestowania przedsiębiorstw w technologie ICT. Natomiast preferencje decydenta wyrażają jego zainteresowanie obszarem o największym nasyceniu nowoczesnymi technologiami informacyjnymi, np. automatyzacją elektronicznej wymiany danych pomiędzy organizacjami z udziałem Internetu i przy realizacji odpowiedniej polityki bezpieczeństwa przetwarzanych danych. Decydent, kierując się względami ekonomicznymi, może znajdować się w roli osoby poszukującej sprawnych technologicznie kooperantów lub obszarów niedoinwestowanych.

Elementem nowości zaprezentowanym w artykule jest uszeregowanie województw Polski ze względu na wykorzystanie technologii IC (*Information and Communications*) w przedsiębiorstwach z uwzględnieniem wiedzy eksperckiej i preferencji decydenta wyrażonych za pomocą sieciowej struktury kryteriów, wag i ocen.

2. ANP – Analityczny Proces Sieciowy

Analityczny Proces Sieciowy (*Analytic Network Process* – ANP) [Satty 2005] zalicza się do metod wielokryterialnego podejmowania decyzji. Jest on rozszerzeniem Analitycznego Procesu Hierarchicznego (*Analytic Hierarchy Process* – AHP) [Satty 1980], popularnej metody z pogranicza matematyki i psychologii [Gręda 2010, s. 22]. Twórcą obu metod jest prof. T.L. Saaty, który prace nad budową algorytmów rozpoczął w latach 70. Znaczna liczba publikacji i propozycji praktycznego zastosowania oraz przyjazna, niezbyt skomplikowana procedura postępowania przyczyniła się do wzrostu zainteresowania metodami AHP i ANP. W przypadku metody ANP istotna jest możliwość wykorzystania programów komputerowych, np. Super Decisions©, co usprawnia proces obliczeniowy pracochłonnego wyznaczania supermacierzy, kluczowego etapu tej procedury.

W odróżnieniu od podejścia hierarchicznego w ANP strukturę problemu decyzyjnego przedstawia się jako sieć stanowiącą system komponentów istotnych dla rozpatrywanego problemu. Możliwe jest także wprowadzenie zależności (wzajemnych oddziaływań) pomiędzy grupami elementów i wewnątrz nich oraz sprzężeń

zwrotnych. Komponenty zawierające grupy elementów nie występują w żadnym określonym porządku, a ich połączenia dokonuje się na podstawie określenia stopnia wzajemnego wpływu elementów poszczególnych komponentów. Sieci mogą powstawać z hierarchii przez stopniowe zwiększanie liczby hierarchicznych połączeń. Ponadto w metodzie ANP porównania parami wykonywane są w odniesieniu do wszystkich kombinacji wzajemnych powiązań pomiędzy elementami i ich grupami. Dlatego też ANP to propozycja, którą można zastosować do rozwiązywania bardziej złożonych problemów decyzyjnych [Adamus, Gręda 2005, s. 9].

Zasadniczym celem procedury ANP jest przyporządkowanie każdemu wariantowi decyzyjnemu znormalizowanej oceny końcowej (zestawionej w wektorze skali), która może być interpretowana jako użyteczność i -tego wariantu. Wektor skali uzyskuje się na podstawie porównań parami między sobą kryteriów oraz wariantów decyzyjnych ze względu na kolejne kryteria. Czynności te wykonuje się, wykorzystując dziewięciostopniową skalę Saaty'ego [Trzaskalik 2006, s. 70], przez przypisanie poszczególnym porównaniom oceny liczbowej oraz opisu werbalnego. Wektory priorytetów przedstawia się w formie macierzy znormalizowanych ocen i wprowadza do odpowiednich kolumn tzw. supermacierzy sieci decyzyjnej, która jest podstawowym narzędziem do pracy w ANP. Prezentuje ona priorytety oznaczające przewagę (wpływ) elementów komponentu na inne elementy systemu. Otrzymane wielkości wektora skali rozpatrywanego problemu decyzyjnego pozwalają na rangowanie wariantów decyzyjnych i wybór wariantu najlepszego dla decydenta [Trzaskalik 2006, s. 66].

W metodzie ANP ważnym etapem badań jest obliczenie wskaźnika zgodności [Trzaskalik 2006, s. 69], co ma na celu sprawdzenie, w jakim stopniu oceny decydenta zapisane w macierzy porównań wariantów decyzyjnych są spójne. Jeśli jest on co najwyżej równy 0,1, to uznaje się występowanie zgodności ocen, w przeciwnym przypadku należy dokonać ponownych porównań parami.

3. Technologie ICT w przedsiębiorstwach

W badaniach empirycznych, które dotyczyły uporządkowania województw Polski pod względem wykorzystania ICT przez przedsiębiorstwa w latach 2008-2010, posłużono się materiałem statystycznym pochodzącym z Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) [*Wykorzystanie technologii...* 2009, 2010, 2011]. Diagnozowane podmioty reprezentowały firmy prowadzące działalność gospodarczą zaklasyfikowaną według Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD) do różnych sekcji, których charakterystykę zawiera publikacja GUS prezentująca wyniki badań dotyczących społeczeństwa informacyjnego [*Spółeczeństwo informacyjne...* 2010, s. 16].

Struktura omawianych przedsiębiorstw według wielkości wskazała, że dominowały małe firmy, które w latach 2008 i 2010 stanowiły prawie 81% ogółu i ok. 78% w 2009 r. Nieco ponad 18% w dwóch skrajnych okresach i niemal 16% w 2009 r. podmiotów należało do grupy średnich przedsiębiorstw. Natomiast najniższy od-

setek (ok. 4% w poszczególnych okresach) firm stanowiły duże przedsiębiorstwa. Najwięcej podmiotów miało swoje siedziby w województwie mazowieckim, natomiast najmniej liczną grupę firm reprezentowały województwa: podlaskie (w latach 2008-2009) i opolskie (w 2010 r.).

Zebrane przez GUS informacje wskazują, że ok. 95% firm w 2008 r. wykorzystywało w swojej działalności komputery. W następnym roku odsetek ten był niższy o 2%, natomiast w roku 2010 nastąpił wzrost do poziomu 97%. W lokalną sieć komputerową – LAN wyposażonych było odpowiednio 58 i 56% firm oraz 72% w 2010 r. Wbrew opiniom specjalistów, że bezprzewodowa sieć powoduje łatwość dostępu oraz mniejsze koszty inwestycyjne związane z okablowaniem i drogą infrastrukturą, w badanym okresie dominował przewodowy dostęp do Internetu. W LAN bezprzewodowy wyposażone było co czwarte przedsiębiorstwo w 2008 i 2009 r. oraz 28% firm w roku 2010. Analiza wybranych danych określających cel korzystania z Internetu wskazuje, że prawie 50% podmiotów w poszczególnych latach wykorzystywało strony internetowe do prezentacji katalogów wyrobów lub cenników. Mniejszym zainteresowaniem, ok. 10-procentowym, cieszyły się takie funkcje strony internetowej, jak: zamawianie lub rezerwacja *on-line* czy personalizacja zawartości strony dla stałych użytkowników. Umiarkowane zainteresowanie wykazywały firmy w przypadku automatycznej wymiany danych z podmiotami zewnętrznymi, przy czym dość popularne były trzy funkcje: wysyłanie dyspozycji płatniczych do instytucji finansowych, wymiana danych z organami administracji publicznej i automatyczna wymiana zamówień. Najmniejsze zainteresowanie zauważono w przypadku szkoleń i edukacji przez Internet.

4. Badania praktyczne ANP

Metoda ANP jest wykorzystywana (m.in.) do rangowania wariantów decyzyjnych. Przy czym wariantami mogą być np. obiekty fizyczne (maszyny, produkty), a także pewne stany reprezentowane przez kategorie projektowe lub realizacyjne prowadzące do osiągnięcia określonych poziomów (jakości, bezpieczeństwa, ryzyka) [Dowinarowicz i in. 2000, s. 7].

Prezentowane w artykule badanie polegało na uporządkowaniu 16 województw Polski (obiektów), które odgrywają rolę wariantów decyzyjnych, ze względu na wykorzystanie technologii ICT przez przedsiębiorstwa w latach 2008-2010 r. Poszczególne województwa traktowane jako warianty decyzyjne były podstawą budowy rankingu obiektów. Obiekty te zostały scharakteryzowane oraz ocenione przez grupę kryteriów i podkryteriów z uwzględnieniem różnej wagi przypisywanej im przez decydenta. Zastosowana w badaniach metoda ANP pozwoliła na uporządkowanie województw z włączeniem zarówno istotności, jak i wartości poszczególnych kryteriów. Materiał empiryczny, którym posłużono się w eksperymencie, pochodził z GUS [*Wykorzystanie technologii...* 2009, 2010, 2011]. Obliczenia wykonano za pomocą arkusza kalkulacyjnego MS Excel i programu Super Decisions©.

Proces poszukiwania rozwiązania problemu wielokryterialnego podejmowania decyzji rozpoczęto od zdefiniowania problemu decyzyjnego. Zbiór wariantów decyzyjnych zawierał szesnaście elementów (województw) ocenianych ze względu na kryteria główne, które zawierały podkryteria. Wszystkie kryteria i subkryteria były mierzalne, a ich nazwy zostały zestawione w tab. 1.

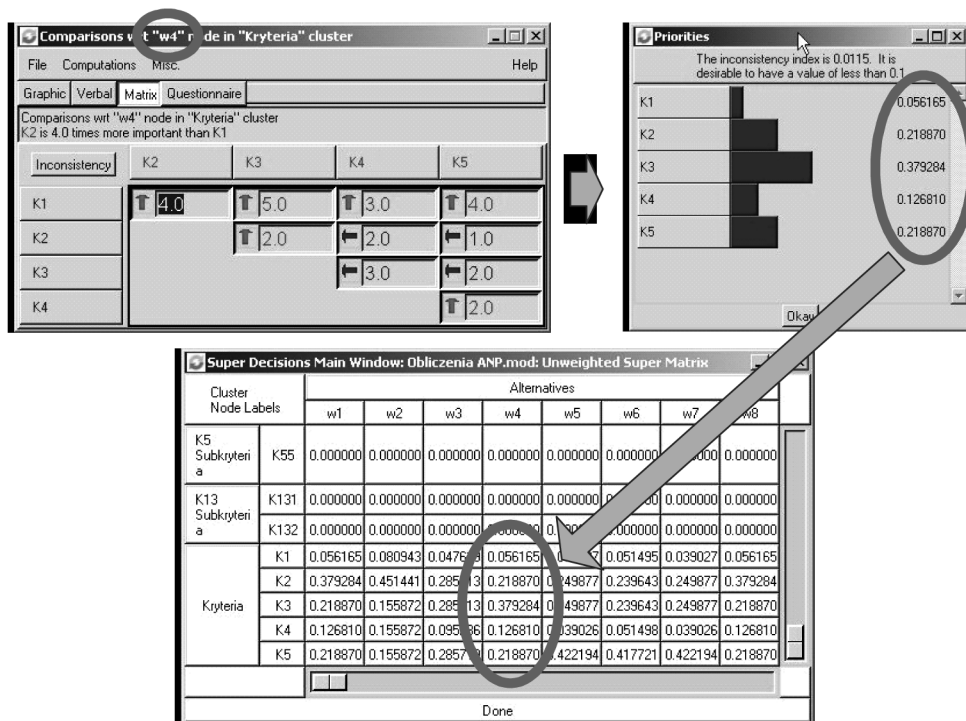
Tabela 1. Kryteria oceny województw pod względem wykorzystania ICT w przedsiębiorstwach

Cel główny: ranking województw Polski pod względem zaawansowania technologii teleinformatycznych (ICT) w przedsiębiorstwach	
Kryteria oceny województw	
K₁	Infrastruktura sprzętowa (ICT) przedsiębiorstwa
K ₁₁	Wykorzystanie komputerów
K ₁₂	Korzystanie z sieci LAN
K ₁₃	Szerokopasmowy dostęp do Internetu
K ₁₃₁	Przewodowy dostęp do Internetu
K ₁₃₂	Bezprzewodowy dostęp do Internetu
K₂	Funkcje strony internetowej
K ₂₁	Ochrona danych osobowych lub homologacja bezpieczeństwa
K ₂₂	Prezentacja katalogów wyrobów lub cenników
K ₂₃	Zamawianie lub rezerwacja <i>on-line</i>
K ₂₄	Sprawdzanie stanu realizacji zamówienia <i>on-line</i>
K ₂₅	Personalizacja zawartości strony dla stałych użytkowników
K₃	Funkcje automatycznej wymiany danych z podmiotami zewnętrznymi
K ₃₁	Wysyłanie dyspozycji płatniczych do instytucji finansowych
K ₃₂	Wymiana danych z organami administracji publicznej
K ₃₃	Automatyczna wymiana faktur elektronicznych (e-faktur)
K ₃₄	Automatyczna wymiana zamówień
K ₃₅	Elektroniczne dokumenty transportowe
K₄	Automatyczna wymiana danych wewnątrz przedsiębiorstwa
K₅	Formalnie zdefiniowana polityka bezpieczeństwa przedsiębiorstwa
K ₅₁	Wykorzystanie podpisu elektronicznego
K ₅₂	Wykorzystanie protokołu bezpieczeństwa (SSL lub TLS) do przyjmowania zamówień przez Internet
K ₅₃	Wykorzystanie identyfikacji i autoryzacji użytkownika za pomocą tokenów generujących jednorazowe kody
K ₅₄	Rejestracja zdarzeń na potrzeby analizy naruszeń bezpieczeństwa
K ₅₅	Używanie zapasowych kopii danych na wyodrębnionych nośnikach

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym kroku porównano parami kryteria główne i podkryteria oraz warianty decyzyjne z kryteriami głównymi, uzyskując macierze porównań parami. W badaniach zastosowano dziewięciostopniową skalę Saaty'ego. Stosując metodę Saaty'ego, uzyskano wektory skali oraz wartość własną. Wyznaczono także współ-

czynnik zgodności dla przeprowadzonych porównań w celu sprawdzenia spójności ocen. Następnie zestawiono końcowe priorytety dla wszystkich możliwych zależności pomiędzy elementami sieci i zagregowano oceny do postaci supermacierzy. Rysunek 1 przedstawia przykładową macierz porównań parami kryteriów głównych dla województwa lubuskiego (w4), wektor skali oraz fragment macierzy nieważonej składającej się z lokalnych priorytetów. W wyniku pomnożenia lokalnych priorytetów przez wagi ich kontrolnych kryteriów otrzymano ważoną supermacierz. Następnie macierz tę w wyniku potęgowania zamieniono w macierz limitów, złożoną z końcowych wielkości priorytetów dla występujących zależności pomiędzy elementami sieci. Uzyskany ostateczny wektor skali posłużył do uporządkowania wariantów decyzyjnych (województw).



Rys. 1. Przykład wyznaczenia wektora skali kryteriów głównych względem wariantu 4 (w4) – województwo lubuskie

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS – program *Super Decisions*©.

Badanie podzielono na trzy etapy:

1) zdefiniowano kryteria, wykorzystując materiał statystyczny zebrany w 2010 r.;

2) uwzględniono informacje z roku 2009, co spowodowało usunięcie niektórych kryteriów z pierwotnego zestawienia (K24; K52-K55) – powstało zestawienie dla 2009 i 2010 r.;

3) włączono do badań dane za rok 2008, w konsekwencji wyeliminowano kolejne elementy wymienione w pierwszym etapie (K21, K4; K51) – utworzono zbiór dla lat 2008-2010.

W wyniku zastosowania metody ANP przyporządkowano każdemu wariantowi decyzyjnemu (województwu) a_i ($i = 1, \dots, m$) znormalizowaną ocenę końcową b_i , którą można interpretować jako użyteczność i -tego wariantu. Otrzymane wielkości pozwoliły na uszeregowanie województw Polski pod względem wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach i wybór lidera w przestrzeni teleinformatycznej.

W tabeli 2 zestawiono wyniki uporządkowania województw Polski według stopnia wykorzystania ICT przez przedsiębiorstwa w latach 2008-2010. Spośród przeprowadzonych badań w zestawieniu końcowym zaprezentowano wyniki z trzeciego etapu zastosowania procedury ANP. W przypadku pozostałych rezultatów, które uzyskano na podstawie rozszerzonego zestawu kryteriów, ograniczono się do krótkiego podsumowania. Finalne zestawienie zawiera numer pozycji województwa w rankingu oraz końcowy wektor skali. Pozycja wariantu decyzyjnego zależała od użyteczności, która im była większa, tym województwo zajmowało lepszą pozycję.

Tabela 2. Ranking województw pod względem wykorzystania ICT przez firmy w latach 2008-2010

Pozycja w rankingu	2008 (a)		2009 (a)		2010 (a)	
	Nazwa województwa	b_i	Nazwa województwa	b_i	Nazwa województwa	b_i
1	Mazowieckie	0,084	Dolnośląskie	0,079	Mazowieckie	0,089
2	Zachodniopomorskie	0,071	Mazowieckie	0,078	Dolnośląskie	0,074
3	Podkarpackie	0,070	Pomorskie	0,071	Opolskie	0,070
4	Małopolskie	0,069	Podkarpackie	0,070	Śląskie	0,070
5	Podlaskie	0,064	Śląskie	0,070	Kujawsko-pomorskie	0,069
6	Śląskie	0,064	Wielkopolskie	0,065	Pomorskie	0,065
7	Łódzkie	0,063	Małopolskie	0,063	Podlaskie	0,063
8	Kujawsko-pomorskie	0,061	Świętokrzyskie	0,063	Wielkopolskie	0,061
9	Pomorskie	0,060	Kujawsko-pomorskie	0,061	Lubuskie	0,060
10	Świętokrzyskie	0,060	Opolskie	0,060	Małopolskie	0,058
11	Lubelskie	0,059	Łódzkie	0,059	Łódzkie	0,056
12	Opolskie	0,058	Podlaskie	0,058	Podkarpackie	0,055
13	Dolnośląskie	0,056	Zachodniopomorskie	0,054	Lubelskie	0,055
14	Lubuskie	0,056	Lubuskie	0,053	Warmińsko-mazurskie	0,052
15	Wielkopolskie	0,052	Lubelskie	0,048	Świętokrzyskie	0,051
16	Warmińsko-mazurskie	0,051	Warmińsko-mazurskie	0,046	Zachodniopomorskie	0,051

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [*Wykorzystanie technologii...* 2009, 2010, 2011].

Otrzymane wyniki wskazały w latach 2008 i 2010 na województwo mazowieckie jako lidera w teleinformatyce, z kolei w roku 2009 zdecydowanie lepsze okazało się województwo dolnośląskie. Analizując rezultaty ujmujące większą grupę kryte-

riów (etap 1 i 2), można się przekonać, że ponownie na pierwszym miejscu znalazło się województwo mazowieckie, po nim dolnośląskie i śląskie. Najniższą użytecznością charakteryzowały się województwa: warmińsko-mazurskie (2008-2009) i zachodniopomorskie (2010). Natomiast przy możliwości szerszego zdefiniowania problemu na ostatnim miejscu, oprócz wymienionych województw, uplasowało się województwo świętokrzyskie.

Końcowe rankingi uwzględniające materiał pochodzący z lat 2008-2010 dały odmienne uporządkowanie wariantów decyzyjnych. Przykładem może być położenie województw wielkopolskiego czy zachodniopomorskiego. Natomiast jeśli przeanalizuje się osobne zestawienia uzyskane dla lat 2009 i 2010 z uwzględnieniem większej liczby kryteriów, zauważa się znaczne podobieństwo otrzymanych rankingów. Na tak otrzymane rezultaty miał wpływ materiał statystyczny, którym dysponowano w poszczególnych latach. Wskazywał on, że w latach 2008-2010 występowało znaczne zróżnicowanie w zakresie wykorzystania ICT wśród przedsiębiorstw w poszczególnych województwach. Ponadto czynnikiem, który determinował ostateczne położenie wariantu decyzyjnego w końcowych rankingach, był przyjęty w badaniach zestaw kryteriów.

5. Podsumowanie

Metoda ANP stosowana jest do rozwiązywania problemów decyzyjnych, które można przedstawić w postaci sieci. Jest skuteczna w przypadku złożonych problemów decyzyjnych, szczególnie takich, które wymagają uwzględnienia wzajemnych zależności i wpływu elementów położonych na różnych poziomach. Modele sieciowe pozwalają na uchwycenie zależności między poszczególnymi elementami modelu (wewnętrznych, zewnętrznych, sprzężeń zwrotnych, cykli), dlatego w znacznym stopniu przybliżają badaną rzeczywistość. Jednak wymagają wiedzy i doświadczenia, aby można było zaobserwować fakty oraz wzajemne oddziaływania komponentów. Posługiwanie się dostępnym oprogramowaniem sprawia, że budowa supermacierzy w metodzie ANP i przeprowadzenie końcowych badań w celu uzyskania ostatecznej użyteczności przebiega sprawnie. Natomiast sama konstrukcja modelu, porównanie parami komponentów, nadanie im priorytetów jest zadaniem pracochłonnym i wymaga dużego zaangażowania ze strony analityka. Dlatego propozycją, która przyczyniłaby się do usprawnienia nadawania preferencji, szczególnie w problemach masowych z dużą liczbą wariantów decyzyjnych, może być integracja metody ANP z metodą grupowania z zakresu rozwiązywania problemów wielokryterialnych (w celu oceny grup obiektów podobnych).

Przeprowadzone badania nad wykorzystaniem technologii ICT w przedsiębiorstwach, dla tej samej grupy zdefiniowanych kryteriów, w latach 2008-2010 wskazały, że wśród liderów znalazły się województwa mazowieckie i dolnośląskie. W roku 2008 czołówkę reprezentowało także województwo zachodniopomorskie, które w kolejnych latach znacznie oddaliło się od liderów i w 2010 r. znalazło się na

ostatnim miejscu w rankingu. Wśród województw wykorzystujących nowoczesne technologie najslabiej wypadło warmińsko-mazurskie, które w latach 2008-2009 uplasowało się na ostatniej pozycji.

Można zaobserwować, że województwa znacznie zaangażowane w teleinformatykę są reprezentowane przez firmy doceniające fakt, że dzięki dostępowi do Internetu są bliżej klienta i zwiększają w ten sposób swoje szanse marketingowe. Ponadto umiejętnie wykorzystują one technologie ICT w procesie zarządzania przedsiębiorstwem, co przekłada się na optymalną i sprawną realizację planów związanych z zaopatrzeniem, magazynowaniem, produkcją oraz transportem wytwarzanych dóbr i szybką reakcją na pojawiające się zapotrzebowania ze strony kontrahentów.

Literatura

- Adamus W., Gręda A., *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2005, nr 2.
- Downarowicz O., Krause J., Sikorski M., Stachowski W., *Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego*, [w:] *Wybrane metody ergonomii i nauki o eksploatacji*, O. Downarowicz (red.), Wyd. Politechnika Gdańska, Gdańsk 2000.
- Gręda A., *Wybór efektywnego systemu zarządzania jakością w przedsiębiorstwach na przykładzie przemysłu spożywczego*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” 2010, nr 2.
http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/POZ_Przedsiębiorstwa_2008.xls.
- http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_nts_spolecz_inform_w_polsce_2006-2010.pdf.
- http://www.stat.gov.pl/gus/5840_arch_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm.
- Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York 1980.
- Saaty T.L., *Theory and Applications of the Analytic Network Process*, Pittsburgh PA, 2005.
- Spółeczeństwo informacyjne w Polsce*, Wyniki badań statystycznych z lat 2006-2010, GUS, Warszawa 2010, zasoby z Internetu z dnia 26.06.2011 r.
- Trzaskalik T. (red.), *Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym*, PWE, Warszawa 2006.
- Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele-)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r.*, GUS, zasoby z Internetu z dnia 27.04.2011 r., http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm.
- Wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach, gospodarstwach domowych i przez osoby prywatne w 2008 r.*, GUS, zasoby z Internetu z dnia 08.04.2009 r.
- Wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2009 r.*, GUS, zasoby z Internetu z dnia 02.07.2010 r.

APPLICATION OF ANP METHOD TO ORGANIZE POLISH VOIVODESHIPS IN TERMS OF DYNAMICS OF THE USE OF ICT IN 2008-2010

Summary: The article presents the ranking of Polish voivodeships in terms of the use of information-telecommunication technology in enterprises in 2008-2010. In the research, there has been used multi-criteria decision support method ANP (Analytic Network Process). The used algorithm enabled the analysis of voivodeships' positions in the ranking with regard to varying the advancement of specific areas in the ICT area.

Keywords: information and telecommunication technologies (ICT), multi-criteria decision methods, analytic network process.