

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

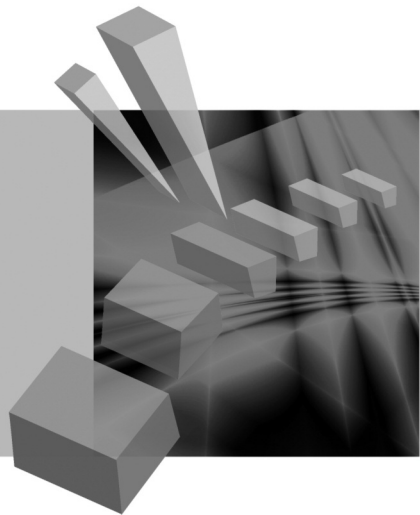
of Wrocław University of Economics

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
Sylvia 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 Pawelczyk, 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

Józef Pociecha, Barbara Pawełek

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

MODEL SEM W ANALIZIE ZAGROŻENIA BANKRUCTWEM PRZEDSIĘBIORSTW W ŚWIEŁE KONIUNKTURY GOSPODARCZEJ – PROBLEMY TEORETYCZNE I PRAKTYCZNE

Streszczenie: W dotychczas stosowanych modelach bankructwa firm zakłada się, że zmienne występujące w teorii ekonomicznej są bezpośrednio obserwowane. Za źródła losowych odchyleń przyjmuje się głównie błędy w zachowaniu się obiektów lub błędy w równaniu. W pracy zaproponowano zmianę dotychczasowego ujęcia problemu na podejście alternatywne, w którym za źródło losowej zmienności uznane zostałyby błędy pomiaru. Celem pracy jest przedstawienie propozycji wykorzystania modelu SEM w analizie zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw w zmieniającej się koniunkturze gospodarczej.

Słowa kluczowe: model równań strukturalnych, bankructwo przedsiębiorstw, koniunktura gospodarcza.

1. Wstęp

Badania empiryczne potwierdzają konieczność uwzględniania zmieniającej się koniunktury gospodarczej w modelach prognozowania bankructwa przedsiębiorstw. Wyniki analiz wskazują na istotny wpływ ogólnoswiatowej sytuacji gospodarczej na intensywność upadłości firm. W przypadku gospodarki polskiej zauważa się występowanie różnic w intensywności upadłości przedsiębiorstw w przekroju regionalnym i sektorowym [Hołda 2006; Pociecha, Pawełek 2011a; 2011b].

W prognozowaniu bankructwa firm wykorzystywane są m.in. [McKee 2000]: jednowymiarowe modele wskaźnikowe, wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna, modele regresji liniowej, modele logitowe i probitowe, drzewa decyzyjne, modele hazardu, systemy eksperckie, programowanie matematyczne, sieci neuronowe, zastosowania teorii zbiorów rozmytych i zbiorów przybliżonych.

Wyniki testowania sprawności klasyfikacji wybranych polskich modeli prognostycznych, na rok przed upadłością, na zbiorze 31 przedsiębiorstw, dla danych finansowych z lat 2002-2007 przedstawione zostały w pracy [Pociecha 2010]. Z przeprowadzonych porównań wynika, że nie można jednoznacznie stwierdzić, jaki rodzaj modeli prognostycznych daje najlepsze rezultaty.

Celem pracy jest przedstawienie propozycji wykorzystania modelu równań strukturalnych w analizie zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw w zmieniającej się koniunkturze gospodarczej.

2. Źródła błędów w prognozowaniu bankructwa

Z badań zaprezentowanych w pracy [Pociecha 2010] wynika, że precyzja prognozy bankructwa nie zależy od typu modelu prognostycznego. Wśród źródeł błędów w prognozowaniu bankructwa autor wyróżnił m.in.:

- charakter wskaźników finansowych,
- wiarygodność sprawozdań finansowych,
- metodę doboru prób,
- niestabilny charakter badanych populacji.

Uwzględnianie wskaźników finansowych w modelach prognozowania bankructwa firm jest związane z tym, że wśród czynników wpływających na sukces przedsiębiorstwa wymienia się, oprócz czynników związanych z klientem, procesami wewnętrznymi i rozwojem, także czynniki finansowe. W literaturze z zakresu rachunkowości można znaleźć stwierdzenia, że wskaźniki finansowe są uważane za syntetyczne miary odzwierciedlające sytuację przedsiębiorstwa [Wędzki 2009, s. 31].

Najważniejszym źródłem informacji o sytuacji finansowej przedsiębiorstwa jest sprawozdanie finansowe [Wędzki 2009, s. 35]. Wskaźniki finansowe wykorzystywane w modelach bankructwa firm są obliczane na podstawie danych ujętych w sprawozdaniach finansowych. Wśród wad sprawozdania finansowego wymienia się ograniczone możliwości w zakresie merytorycznego odzwierciedlenia całości kształtu sytuacji finansowej przedsiębiorstwa [Wędzki 2009, s. 36]. Według D. Wędzkiego [2009], ciągle nie udaje się wskazać i zmierzyć wszystkich wielkości ekonomicznych, które mają istotny wpływ na sytuację finansową przedsiębiorstwa. Głównych przyczyn upatruje on w trudnościach związanych z kwantyfikacją i szybkich zmianach wartości niektórych wielkości.

W klasycznym ujęciu próby z badanych populacji są wybierane drogą losową. W praktyce doboru prób do badań nad upadłością przedsiębiorstw nie przeprowadza się żadnego losowania. Z rejestru sądowego przedsiębiorstw upadłych bierze się na ogół wszystkie firmy upadłe w badanym okresie. Następnie nielosową metodą parowania dobiera się przedsiębiorstwa dobrze funkcjonujące, o podobnych parametrach co przedsiębiorstwa upadłe. Nie można więc mówić o doborze losowym w sensie klasycznym, a więc także o błędzie próbki.

Populacje bankrutów i przedsiębiorstw dobrze funkcjonujących w sytuacji dobrej koniunktury gospodarczej nie są identyczne z tymi populacjami w okresie kryzysu gospodarczego. Błąd prognozy może więc zależeć od tego, że model zbudowany został dla danych z okresu koniunktury, a prognoza budowana jest dla firmy w okresie recesji.

Do źródeł błędów w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstw można zatem zaliczyć także to, że stosowane modele opisują prawidłowości mające często charakter

lokalny, a nie globalny. Model prognostyczny powinien odzwierciedlać zależności znajdujące uzasadnienie w teorii ekonomii. Możliwość przezwyciężenia powyższych problemów autorzy upatrują w wykorzystaniu ogólnego modelu SEM (*Structural Equation Modeling*) do statystycznej weryfikacji hipotetycznych zależności – bazujących na teorii ekonomicznej – między zagrożeniem bankructwem przedsiębiorstw a koniunkturą gospodarczą w Polsce.

3. Ogólny model SEM

W dotychczas stosowanych modelach bankructwa firm zakłada się, że zmienne występujące w teorii ekonomicznej są bezpośrednio obserwowane. Za źródła losowych odchyłeń przyjmuje się głównie błędy w zachowaniu się obiektów (przedsiębiorstw, sektorów, państw itp.) lub błędy w równaniu [Goldberger 1972, s. 361]. Reszty w modelu są zatem oceną tej części zmienności zmiennych zależnych, która nie jest wyjaśniona przez rozważany liniowy model równań strukturalnych [Konarski 2009, s. 125].

Rozważania przeprowadzone przez autorów, w ramach badań nad bankructwem firm, skłaniają do zaproponowania zmiany dotychczasowego ujęcia problemu na podejście alternatywne, w którym za źródło losowej zmienności uznane zostałyby błędy pomiaru (błędy w zmiennych¹) [Maddala 2008, s. 493-521].

W badaniu bankructwa przedsiębiorstw takie pojęcia, jak zagrożenie bankructwem, sytuacja finansowa, zyskowość, płynność, aktywność i zadłużenie, można uznać za obserwowalne jedynie przez wskaźniki tych zmiennych. Zmienne teoretyczne, które nie są bezpośrednio obserwowane, nazywane są zmiennymi ukrytymi (inaczej: konstruktami teoretycznymi, czynnikami lub cechami latentnymi). Przyjmuje się, że z powodu złożoności zmiennych ukrytych oraz/lub błędu pomiarowego zmienne obserwowalne jedynie w pewnym stopniu odzwierciedlają określone zmienne ukryte.

Model SEM służy do testowania hipotetycznych związków między zmiennymi obserwowalnymi oraz zmiennymi ukrytymi. Stosowanie tego modelu wymaga od badacza sformułowania postulatów dotyczących relacji przyczynowych między zmiennymi. Model SEM jest budowany na podstawie wiedzy teoretycznej i/lub wyników badań empirycznych [Konarski 2009, s. 15-24].

Głównym celem modelowania SEM jest wyjaśnienie struktury kowariancji zmiennych obserwowalnych przez model procesu ekonomicznego. Rozważania są prowadzone przy założeniu, że macierz kowariancji zmiennych obserwowalnych można zapisać w postaci funkcji parametrów modelu. Weryfikację alternatywnych teorii uzyskuje się przez sprawdzenie, w jakim stopniu model teoretyczny znajduje potwierdzenie w zbiorze danych [Konarski 2009, s. 27-61].

¹ Do błędów w zmiennych zalicza się błędy rejestracji danych oraz błędy spowodowane zastosowaniem zmiennej zastępczej dla zmiennej ukrytej [Maddala 2008, s. 494].

Ogólny model SEM powstał w wyniku połączenia modeli strukturalnych dla zmiennych obserwowalnych rozwijanych w ekonometrii (np. [Welfe 2003, s. 253-254]) oraz modeli pomiarowych rozwijanych w psychometrii [Konarski 2009, s. 39]. Dwa główne składniki ogólnego modelu SEM to podmodel strukturalny dla zmiennych ukrytych oraz podmodel pomiarowy, określający związki występujące między zmiennymi ukrytymi a ich odpowiednikami obserwowalnymi.

3.1. Model Altmana

Idea wprowadzenia zmiennych ukrytych do rozważań nad zagrożeniem upadłością przedsiębiorstw zostanie zaprezentowana na przykładzie modelu Altmana o postaci [Altman 1968, s. 594]:

$$Y_1 = 0,012X_1 + 0,014X_2 + 0,033X_3 + 0,006X_4 + 0,999X_5,$$

gdzie: Y_1 – wskaźnik Altmana,

X_1 – kapitał pracujący/aktywa ogółem,

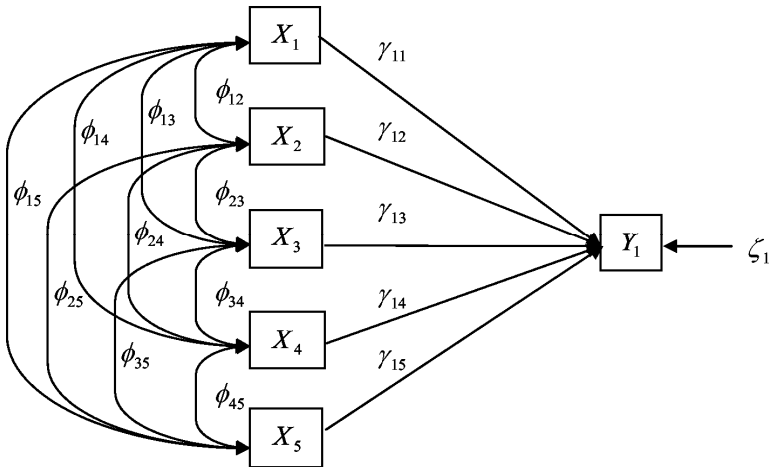
X_2 – zysk zatrzymany/aktywa ogółem,

X_3 – EBIT/aktywa ogółem,

X_4 – wartość rynkowa kapitału akcyjnego/księgową wartość kapitału obcego,

X_5 – przychody ze sprzedaży/aktywa ogółem.

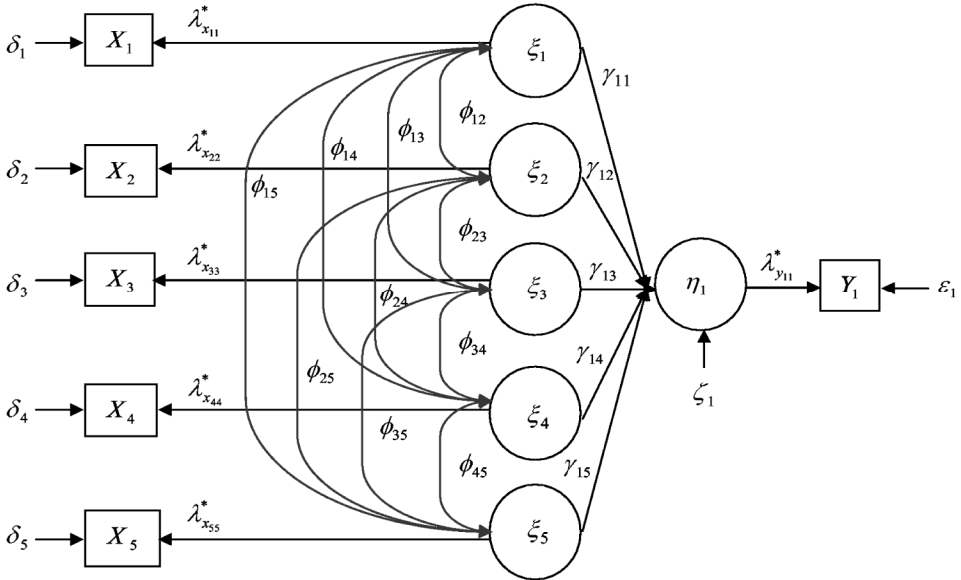
Model Altmana można przedstawić na wykresie ścieżkowym (rys. 1), gdzie ϕ_{ij} ($i, j = 1, \dots, 5$) oznacza kowariancję między zmiennymi X_i a X_j ($i, j = 1, \dots, 5$).



Rys. 1. Wykres ścieżkowy modelu Altmana (model bez błędów pomiarowych)

Źródło: opracowanie własne.

Zakładając, że model Altmana odzwierciedla prawdziwe zależności między zmiennymi ukrytymi² η_1 i ξ_j ($j=1, \dots, 5$) reprezentowanymi przez wskaźnik Altmana Y_1 i wybrane wskaźniki finansowe X_j ($j=1, \dots, 5$), można zbudować model teoretyczny uwzględniający błędy pomiarowe. Wykres ścieżkowy takiego modelu jest przedstawiony na rys. 2.



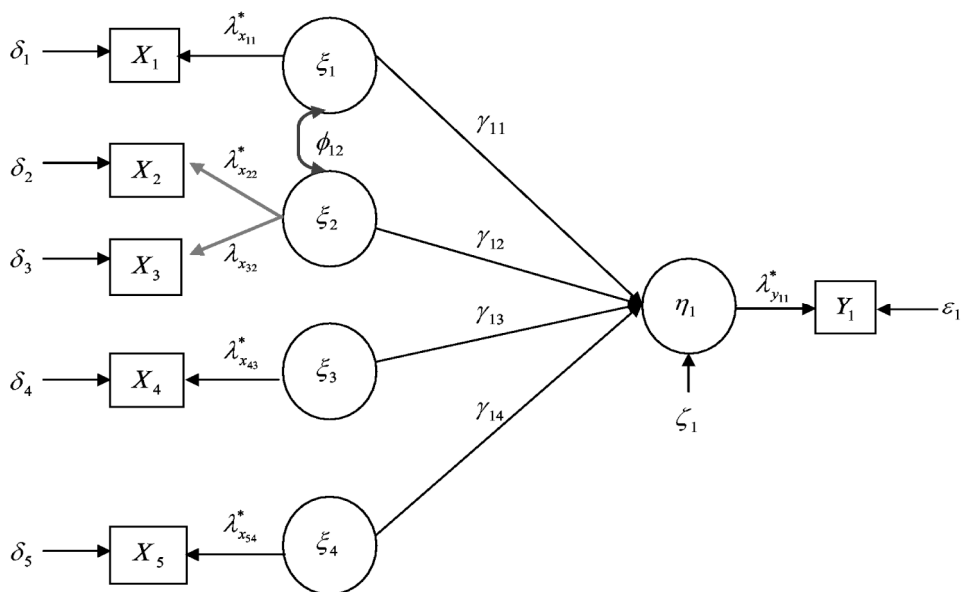
Rys. 2. Wykres ścieżkowy modelu teoretycznego z błędami pomiarowymi

Źródło: opracowanie własne.

Model zaprezentowany na rys. 2 jest nieidentyfikowalny. W macierzy kowariancji zmiennych obserwowalnych jest 21 różnych elementów, natomiast oszacować trzeba aż 28 parametrów.

Idea modelowania SEM polega m.in. na tym, że wstępnie buduje się kilka alternatywnych modeli teoretycznych. Następnie spośród nich wybiera się ten, który jest najbardziej zgodny z danymi rzeczywistymi (tzn. na jego podstawie można oszacować macierz kowariancji z dokładnością akceptowalną i najlepszą spośród rozważanych). Wykres ścieżkowy jednego z alternatywnych modeli teoretycznych zaprezentowano na rys. 3 (w tym przypadku trzeba oszacować 18 parametrów).

² Oznaczenia zmiennych ukrytych i obserwowalnych są zgodne z symboliką zaproponowaną w pracy [Konarski 2009].



Rys. 3. Wykres ścieżkowy alternatywnego modelu teoretycznego z błędami pomiarowymi

Źródło: opracowanie własne.

Testowanie modelu dla zmiennych obserwowalnych w sytuacji, gdy rozważane zmienne są ukryte, może prowadzić do otrzymania obciążonych ocen parametrów modelu γ_{ij} oraz obciążonych oszacowań wielkości składnika losowego modelu ζ_i [Konarski 2009, s. 44].

4. SEM – możliwości

Wśród możliwości metodologii SEM, które mogą być przydatne przy weryfikacji postulowanych relacji strukturalnych między zmiennymi ukrytymi w badaniach nad zagrożeniem upadłością przedsiębiorstw, można wyróżnić:

- możliwość rozważania wielu alternatywnych wariantów teoretycznego modelu upadłości przedsiębiorstw,
- możliwość uwzględniania w modelu teoretycznym kontekstów grupowych (np. branża) i sytuacyjnych (np. koniunktura gospodarcza) [Pawełek, Pocięcha 2012],
- możliwość uwzględniania w modelu teoretycznym wielu poziomów (np. próby złożone) [Sagan 2007],
- możliwość uwzględniania pomiarów w różnych okresach (np. czas dobrej lub złej koniunktury gospodarczej, wartości wskaźników finansowych z kilku lat)³,

³ Np. model ukrytych krzywych rozwojowych (*Latent Growth Curve Model* – LGCM).

- możliwość weryfikacji modeli teoretycznych w różnych zbiorowościach (np. branże/regiony mniej lub bardziej podatne na kryzys)⁴,
- możliwość rozważania zależności nieliniowych,
- oprogramowanie⁵.

5. SEM – problemy

Do problemów, jakie można napotkać przy próbie zastosowania metodologii SEM w badaniu zagrożenia upadłością przedsiębiorstw, można zaliczyć m.in.:

- wybór podejścia badawczego spośród: czysto konfirmacyjnego – weryfikacja jednego modelu teoretycznego; częściowo konfirmacyjnego – rozważanie kilku alternatywnych modeli teoretycznych; eksploracyjnego – eksploracja danych, czyli „generowanie modelu” [Schumacker, Lomax 2004, s. 80],
- trudności pojawiające się przy budowie bazy danych⁶ [Kline 1998, s. 67-91, 111-112; Schumacker, Lomax 2004, s. 13-36, 49-50],
- specyfikację, identyfikację, estymację, testowanie i modyfikację modelu [Schumacker, Lomax 2004, s. 61-78],
- możliwość występowania zależności nieliniowych [Kline 1998, s. 283-291],
- obliczanie korelacji oraz estymację parametrów w przypadku występowania zmiennych mierzonych na słabych skalach [Schumacker, Lomax 2004, s. 39, 68-69],
- określenie wskaźników zmiennej ukrytej „zagrożenie upadłością”.

6. Podsumowanie

Celem głównym zaprezentowanej w pracy propozycji metodycznej dotyczącej wykorzystania modelu SEM w badaniu bankructwa przedsiębiorstw jest przezwyciężenie trudności występujących przy modelowaniu zagrożenia upadłością przedsiębiorstw z wykorzystaniem dotychczas stosowanych metod. Celem częściowym jest umożliwienie prowadzenia analizy zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw równocześnie na różnych poziomach próby złożonej i – co za tym idzie – uwzględniania różnych kontekstów, w tym grupowego i sytuacyjnego, związanych ze zmieniającą się koniunkturą gospodarczą.

Podsumowując rozważania, można stwierdzić, że specyfikacja, identyfikacja, estymacja, testowanie i modyfikacja modelu SEM w analizie zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw w zmieniającej się koniunkturze gospodarczej stanowią interesujące wyzwanie badawcze.

⁴ Np. model struktury średnich i kowariancji (*Mean And Covariance Structure* – MACS).

⁵ Np. LISREL; Amos; Mplus, R, Statistica.

⁶ W tym problemy związane m.in. z: rozmiarem próby; rozkładem zmiennych; wartościami brakującymi; wartościami odstającymi; wartościami ograniczonymi; współliniowością zmiennych.

Literatura

- Altman E.I., *Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy*, „The Journal of Finance”, September 1968, vol. XXIII, no 4.
- Goldberger A.S., *Teoria ekonometrii*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1972.
- Hołda A., *Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych*, „Zeszyty Naukowe AE w Krakowie”, Seria Specjalna: Monografie nr 174, Wydawnictwo AE, Kraków 2006.
- Kline R.B., *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, Guilford Press, New York 1998.
- Konarski R., *Modele równań strukturalnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- Maddala G.S., *Ekonometria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- McKee T.E., *Developing a bankruptcy prediction model via rough sets theory*, “International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management” 2000, no 9.
- Pawełek B., Pocięcha J., *General SEM Model in Researching Corporate Bankruptcy and Business Cycles*, [w:] *Data Analysis Methods and Its Applications*, Józef Pocięcha, Reinhold Decker (red.), C.H. Beck, Warszawa 2012 .
- Pocięcha J., *Metodologiczne problemy prognozowania bankructwa*, [w:] Taksonomia 17, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 107, Wydawnictwo UE, Wrocław 2010.
- Pocięcha J., Pawełek B., *Bankruptcy Prediction and Business Cycle*, [w:] *Contemporary Problems of Transformation Process in the Central and East European Countries*, Lviv Academy of Commerce, Lviv 2011a (w druku).
- Pocięcha J., Pawełek B., *Prognozowanie bankructwa a koniunktura gospodarcza*, „Zeszyty Naukowe UEK Metody analizy danych” nr 873, Kraków 2011b.
- Sagan A., *Wielopoziomowe modele strukturalne w analizie postępowania konsumentów – porównanie modeli pomiarowych*, „Zeszyty Naukowe UEK” nr 756, Kraków 2007.
- Schumacker R.E., Lomax R.G., *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*, Second Edition, Psychology Press, Taylor & Francis Group, New York-London 2004.
- Welfe A., *Ekonometria*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.
- Wędzki D., *Analiza wskaźnikowa sprawozdania finansowego*, tom 2, wydanie II poprawione i rozszerzone, Oficyna a Wolters Kluwer Business, Kraków 2009.

GENERAL SEM MODEL IN RESEARCHING CORPORATE BANKRUPTCY AND BUSINESS CYCLES – THEORETICAL AND PRACTICAL PROBLEMS

Summary: Corporate bankruptcy models assume that variables in the economic theory are directly observable. It is assumed that random deviations originate from the erroneous behavior of entities or errors in equations. The paper proposes the adoption of an alternative approach to the analyzed problem in which measurement errors are regarded to be a source of random error. The aim of the work is to propose the use of general SEM model in researching corporate bankruptcy and business cycles.

Keywords: structural equation model, corporate bankruptcy, business cycle.