

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

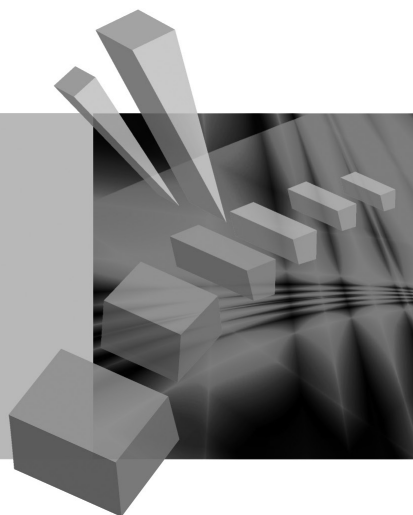
**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**278**

# Taksonomia 20

## Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania



Redaktorzy naukowi

**Krzysztof Jajuga**

**Marek Walesiak**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

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)

Tytuł dofinansowany ze środków Narodowego Banku Polskiego

oraz ze środków Sekcji Klasyfikacji i Analizy danych PTS

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

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

**ISSN 1505-9332** (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Józef Pocięcha:</b> Wskaźniki finansowe a klasyfikacyjne modele predykcji upadłości firm .....	15
<b>Eugeniusz Gatnar:</b> Analiza miar adekwatności rezerw walutowych .....	23
<b>Marek Walesiak:</b> Zagadnienie doboru liczby klas w klasyfikacji spektralnej .....	33
<b>Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdyś, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska:</b> Analiza strukturalna jako metoda klasyfikacji danych w badaniach foresight .....	44
<b>Andrzej Bąk:</b> Metody porządkowania liniowego w polskiej taksonomii – pakiet p11ord .....	54
<b>Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki:</b> Zastosowanie mediany przestrzennej Webera i metody TOPSIS w ujęciu pozycyjnym do konstrukcji syntetycznego miernika poziomu życia .....	63
<b>Ewa Roszkowska:</b> Zastosowanie rozmytej metody TOPSIS do oceny ofert negocjacyjnych .....	74
<b>Jacek Batóg:</b> Analiza wrażliwości metody ELECTRE III na obserwacje nietypowe i zmianę wartości progowych .....	85
<b>Jerzy Korzeniewski:</b> Modyfikacja metody HINoV selekcji zmiennych w analizie skupień .....	93
<b>Małgorzata Markowska, Danuta Strahl:</b> Wykorzystanie referencyjnego systemu granicznego do klasyfikacji europejskiej przestrzeni regionalnej ze względu na filar inteligentnego rozwoju – kreatywne regiony .....	101
<b>Elżbieta Sobczak:</b> Inteligentne struktury pracujących a efekty strukturalne zmian zatrudnienia w państwach Unii Europejskiej.....	111
<b>Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel:</b> Rozbieżności szacunków NSP 2011 i BAEL.....	120
<b>Iwona Foryś:</b> Wykorzystanie analizy historii zdarzeń do badania powtórných sprzedaży na lokalnym rynku mieszkaniowym .....	131
<b>Hanna Dudek, Joanna Landmesser:</b> Wpływ relatywnej deprivacji na subiektywne postrzeganie dochodów.....	142
<b>Grażyna Łaska:</b> Syntaksonomia numeryczna w klasyfikacji, identyfikacji i analizie przemian zbiorowisk roślinnych .....	151
<b>Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz:</b> Analiza zależności między procesami fundamentalnymi a rynkiem kapitałowym w Chinach .....	161

<b>Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz:</b> Mikroekonometryczne modele wielomianowe i ich zastosowanie w analizie preferencji z wykorzystaniem programu R .....	169
<b>Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski:</b> Przetwarzanie równoległe algorytmów analizy skupień w technologii CUDA .....	180
<b>Michał Trzęsiok:</b> Wycena rynkowej wartości nieruchomości z wykorzystaniem wybranych metod wielowymiarowej analizy statystycznej .....	188
<b>Joanna Trzęsiok:</b> Wybrane symulacyjne techniki porównywania nieparametrycznych metod regresji.....	197
<b>Artur Mikulec:</b> Kryterium Mojeny i Wisharta w analizie skupień – przypadek skupień o różnych macierzach kowariancji .....	206
<b>Artur Zaborski:</b> Analiza <i>unfolding</i> z wykorzystaniem modelu grawitacji ....	216
<b>Justyna Wilk:</b> Identyfikacja obszarów problemowych i wzrostowych w województwie dolnośląskim w zakresie kapitału ludzkiego .....	225
<b>Karolina Bartos:</b> Analiza ryzyka odejścia studenta z uczelni po uzyskaniu dyplomu licencjata – zastosowanie sieci MLP .....	236
<b>Ewa Genge:</b> Segmentacja uczestników Industriady z wykorzystaniem analizy klas ukrytych .....	246
<b>Izabela Kurzawa:</b> Wielomianowy model logitowy jako narzędzie identyfikacji czynników wpływających na sytuację mieszkaniową polskich gospodarstw domowych .....	254
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej:</b> Modele eksploracji danych niezbilansowanych – procedury klasyfikacji dla zadania analizy ryzyka operacyjnego.....	262
<b>Aleksandra Łuczak:</b> Zastosowanie rozmytej hierarchicznej analizy w tworzeniu strategii rozwoju jednostek administracyjnych .....	271
<b>Marcin Pełka:</b> Rozmyta klasyfikacja spektralna <i>c</i> -średnich dla danych symbolicznych interwałowych.....	282
<b>Małgorzata Machowska-Szewczyk:</b> Klasyfikacja obiektów reprezentowanych przez różnego rodzaju cechy symboliczne .....	290
<b>Ewa Chodakowska:</b> Indeks Malmquista w klasyfikacji podmiotów gospodarczych według zmian ich względnej produktywności działania .....	300
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Wykorzystanie modeli proporcjonalnego i nieproporcjonalnego hazardu Coxa do badania szansy podjęcia pracy w zależności od rodzaju bezrobocia .....	311
<b>Marcin Salamaga:</b> Weryfikacja teorii poziomego rozwoju gospodarczego J.H. Dunninga w ujęciu sektorowym w wybranych krajach Unii Europejskiej .....	321
<b>Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik:</b> Sytuacja społeczno-gospodarcza jako determinanta migracji wewnętrznych w Polsce. ....	330
<b>Hanna Gruchociak:</b> Delimitacja lokalnych rynków pracy w Polsce na podstawie danych z badania przepływów ludności związanych z zatrudnieniem .....	343

<b>Radosław Pietrzyk:</b> Efektywność inwestycji polskich funduszy inwestycyjnych z tytułu doboru papierów wartościowych i umiejętności wykorzystania trendów rynkowych .....	351
<b>Sabina Denkowska:</b> Procedury testowań wielokrotnych .....	362

## Summaries

<b>Józef Pocięcha:</b> Financial ratios and classification models of bankruptcy prediction .....	22
<b>Eugeniusz Gatnar:</b> Analysis of FX reserve adequacy measures .....	32
<b>Marek Walesiak:</b> Automatic determination of the number of clusters using spectral clustering .....	43
<b>Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdys, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska:</b> Structural analysis as a method of data classification in foresight research .....	53
<b>Andrzej Bąk:</b> Linear ordering methods in Polish taxonomy – pllord package .....	62
<b>Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki:</b> The application of spatial median of Weber and the method TOPSIS in positional formulation for the construction of synthetic measure of standard of living .....	73
<b>Ewa Roszkowska:</b> Application of the fuzzy TOPSIS method to the estimation of negotiation offers.....	84
<b>Jacek Batóg:</b> Sensitivity analysis of ELECTRE III method for outliers and change of thresholds .....	92
<b>Jerzy Korzeniewski:</b> Modification of the HINoV method of selecting variables in cluster analysis .....	100
<b>Małgorzata Markowska, Danuta Strahl:</b> Implementation of reference limit system for the European regional space classification regarding smart growth pillar – creative regions .....	110
<b>Elżbieta Sobczak:</b> Smart workforce structures versus structural effects of employment changes in the European Union countries .....	119
<b>Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel:</b> Divergence in National Census 2011 and LFS estimates.....	130
<b>Iwona Foryś:</b> Event history analysis in the resale study on the local housing market .....	141
<b>Hanna Dudek, Joanna Landmesser:</b> Impact of the relative deprivation on subjective income satisfaction .....	150
<b>Grażyna Łaska:</b> Numerical syntaxonomy in classification, identification and analysis of changes of secondary communities .....	160
<b>Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz:</b> Analysis of relations between fundamental processes and capital market in China.....	166
<b>Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz:</b> Microeconomic polynomial models and their application in the analysis of preferences using R program.....	179

<b>Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski:</b> Parallel processing of clustering algorithms in CUDA technology .....	187
<b>Michał Trzęsiok:</b> Real estate market value estimation based on multivariate statistical analysis .....	196
<b>Joanna Trzęsiok:</b> On some simulative procedures for comparing nonparametric methods of regression.....	205
<b>Artur Mikulec:</b> Mojena and Wishart criterion in cluster analysis – the case of clusters with different covariance matrices .....	215
<b>Artur Zaborski:</b> Unfolding analysis by using gravity model .....	224
<b>Justyna Wilk:</b> Determination of problem and growth areas in Dolnośląskie Voivodship as regards human capital.....	235
<b>Karolina Bartos:</b> Risk analysis of bachelor students' university abandonment – the use of MLP networks .....	245
<b>Ewa Genge:</b> Clustering of industrial holiday participants with the use of latent class analysis.....	253
<b>Izabela Kurzawa:</b> Multinomial logit model as a tool to identify the factors affecting the housing situation of Polish households.....	261
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej:</b> Modelling class imbalance problems: comparing classification approaches for surgical risk analysis .....	270
<b>Aleksandra Łuczak:</b> The application of fuzzy hierarchical analysis to the evaluation of validity of strategic factors in administrative districts.....	281
<b>Marcin Pelka:</b> A spectral fuzzy c-means clustering algorithm for interval-valued symbolic data .....	289
<b>Małgorzata Machowska-Szewczyk:</b> Clustering algorithms for mixed-feature symbolic objects .....	299
<b>Ewa Chodakowska:</b> Malmquist index in enterprises classification on the basis of relative productivity changes .....	310
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Using proportional and non proportional Cox hazard models to research the chances for taking up a job according to the type of unemployment .....	320
<b>Marcin Salamaga:</b> Verification J.H. Dunning's theory of economic development by economic sectors in some EU countries .....	329
<b>Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik:</b> Socio-economic situation as a determinant of internal migration in Poland .....	342
<b>Hanna Gruchociak:</b> Delimitation of local labor markets in Poland on the basis of the employment-related population flows research.....	350
<b>Radosław Pietrzyk:</b> Selectivity and timing in Polish mutual funds performance measurement .....	361
<b>Sabina Denkowska:</b> Multiple testing procedures.....	369

**Józef Pocięcha**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

---

## WSKAŹNIKI FINANSOWE A KLASYFIKACYJNE MODELE PREDYKCJI UPADŁOŚCI FIRM

---

**Streszczenie:** W pracy, o charakterze przeglądowo-porównawczym, przedstawiono typy modeli predykcji bankructwa oraz zasady konstrukcji i interpretacji podstawowych wskaźników finansowych jako cech diagnostycznych przyjmowanych w tych modelach. Zaprezentowano rezultaty badań nad prognozowaniem bankructwa, jakie zostały opublikowane w światowej literaturze anglojęzycznej oraz wybranej literaturze polskiej. Zwrócono uwagę na liczbę i typ wskaźników finansowych uwzględnianych w modelach klasyfikacyjnych stosowanych do prognozowania bankructwa. W zakończeniu sformułowano wnioski co do zasad doboru wskaźników finansowych do modeli oraz oceny przydatności poszczególnych narzędzi prognozowania bankructwa.

**Słowa kluczowe:** prognozowanie bankructwa, analiza finansowa, wskaźniki finansowe.

### 1. Wstęp

Bankructwo firmy jest jednym z bardziej znaczących i dotkliwych zdarzeń w gospodarce. Wywołuje ono szereg istotnych konsekwencji dla właścicieli, wierzycieli, banków, kadry zarządzającej oraz pracowników firmy. Istotne indywidualne i społeczne koszty bankructwa stanowią o znaczeniu możliwości jego przewidywania, a tym samym możliwości przeciwdziałania temu zdarzeniu [Pocięcha 2006].

Wygodnym narzędziem oszacowania prawdopodobieństwa bankructwa jest zbudowanie modelu predykcji bankructwa firmy. Zdecydowaną większość procedur i modeli prognozowania bankructwa można zaliczyć do szeroko rozumianych metod klasyfikacji danych [Pocięcha 2010]. W teorii i praktyce prognozowania sformułowano wiele typów modeli predykcji bankructwa. Ich wyczerpującą klasyfikację przedstawił [McKee 2000]. Wymienia on następujące typy procedur i modeli: jednowymiarowe modele wskaźnikowe, wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna, modele prawdopodobieństwa liniowego, modele logitowe i probitowe, drzewa klasyfikacyjne, modele hazardu, systemy eksperckie, programowanie matematyczne, sieci neuronowe, zastosowania teorii zbiorów rozmytych i zbiorów przybliżonych.

Pojawia się więc pytanie, czy wśród wymienionych narzędzi prognozowania bankructwa są metody, które szczególnie nadają się do tego celu, przyjmując jako

kryterium przydatności ich zdolność do poprawnej klasyfikacji firm do zbiorów bankrutów i niebankrutów. Szereg badań porównawczych prowadzonych w świecie i w Polsce (por. np. [Bellovary, Giacomino i Akers 2007] lub [Pocięcha 2010]) wskazuje, iż w sytuacji prognozowania upadłości firm nie ma metody, która dawałaby istotnie lepsze rezultaty niż alternatywne podejścia.

W procesie prognozowania bankructwa należy zwracać większą uwagę na możliwość precyzyjny i jednolity pomiar zmiennych klasyfikujących, będących wskaźnikami finansowymi, niż na poszukiwanie nowych modeli i metod prognostycznych [Pocięcha 2011]. W związku z tym pojawia się problem oceny jakości wskaźników finansowych jako predyktorów bankructwa w różnych typach modeli prognostycznych. Celem niniejszej pracy jest syntetyczne przedstawienie zasad konstrukcji podstawowych wskaźników finansowych oraz analiza ich zastosowania w modelach predykcji bankructwa w świecie i w Polsce. W zakończeniu pracy przedstawiono wnioski wynikające z doświadczeń światowych i polskich w zakresie wykorzystania wskaźników finansowych w procesie predykcji upadłości firm.

## 2. Zasady konstrukcji podstawowych wskaźników finansowych

W klasycznym ujęciu analizy kondycji finansowej przedsiębiorstwa przyjmuje się pięć jej obszarów, służących ocenie [Sierpińska, Jachna 2005, s. 144-145]:

- płynności finansowej,
- zadłużenia i zdolności do obsługi długu,
- sprawności działania,
- rentowności,
- rynkowej wartości akcji i kapitału.

Podstawowym warunkiem utrzymania ciągłości procesów gospodarczych jest zachowanie przez firmę jej płynności finansowej, czyli zdolności do terminowego regulowania zobowiązań bieżących. Pomiaru płynności finansowej można dokonywać na wiele sposobów [Wędzki 2009], a jednym z podstawowych wskaźników płynności jest wskaźnik bieżącej płynności finansowej (*current ratio*), będący stosunkiem aktywów bieżących do zobowiązań bieżących. Do oceny płynności wykorzystuje się często dodatkowo wskaźnik przyspieszonej płynności finansowej (*quick ratio*) liczony jako stosunek aktywów bieżących pomniejszonych o zapasy i rozliczenia międzyokresowe czynne do zobowiązań bieżących. Wnika to z faktu, że aktywa charakteryzują się różnym stopniem szybkości zamiany na gotówkę, w szczególności przestarzałe zapasy mogą być trudne do sprzedaży.

Strukturę finansowania majątku przedsiębiorstwa najogólniej mierzy wskaźnik ogólnego zadłużenia liczony jako stosunek zobowiązań ogółem do łącznych aktywów. Określa on, w jakim stopniu majątek przedsiębiorstwa jest finansowany kapitałami obcymi. Inną ogólną miarą jest wskaźnik zadłużenia kapitału własnego, będący stosunkiem zobowiązań ogółem do wartości kapitału własnego, jego odwrotnością jest wskaźnik pokrycia długu.



Do pomiaru aktywności ekonomicznej przedsiębiorstwa służą wskaźniki sprawności działania. Wyróżnia się ich trzy grupy: oparte na kosztach, wskaźniki rotacji oraz gospodarowania zasobami. Wskaźnik rotacji jest to stosunek przychodów netto do majątku ogółem. Bardziej szczegółowymi są: wskaźnik obciążenia przychodów ze sprzedaży kosztami ich wytwarzania będący stosunkiem kosztów wytwarzania do przychodów netto ze sprzedaży produktów, wskaźnik globalnego obrotu aktywami będący stosunkiem przychodów netto ze sprzedaży do średniego stanu aktywów ogółem, wskaźnik rotacji netto będący stosunkiem przychodów netto do majątku netto oraz produktywność pracy liczona jako stosunek wartości dodanej do kosztów pracy, a także produktywność środków trwałych będąca stosunkiem wartości dodanej do przeciętnego stanu środków trwałych brutto.

Kluczową rolę w analizie finansowej przedsiębiorstwa odgrywają wskaźniki rentowności (zyskowności, stopy zwrotu), będące najogólniej relacjami zysku do kapitału. Wyróżnia się trzy rodzaje rentowności: sprzedaży, majątku i kapitału. Podstawowym wskaźnikiem jest rentowność sprzedaży netto (*ROS – return on sales*), będąca stosunkiem zysku netto do przychodów netto ze sprzedaży. Miarą rentowności ekonomicznej jest wskaźnik rentowności aktywów (*ROA – return on assets*), będący stosunkiem zysku netto do średniego stanu aktywów, wyznaczający ogólną zdolność aktywów firmy do generowania zysków. Efektywność zaangażowanego kapitału własnego, czyli rentowność finansową, mierzy wskaźnik rentowności kapitału własnego (*ROE – return on equity*), będący stosunkiem zysku netto do średniego stanu kapitału własnego.

Rynkową wartość firmy notowanej na rynku kapitałowym najczęściej mierzy się wskaźnikiem P/E (*price earnings ratio*), który jest stosunkiem ceny rynkowej akcji do zysku netto przypadającego na jedną akcję. Rynkową wartość kapitału własnego mierzy wskaźnik PEQ (*price to equity ratio*), który jest stosunkiem ceny giełdowej akcji do kapitału własnego przypadającego na jedną akcję.

Oprócz wymienionych wskaźników kondycji finansowej firmy wykorzystuje się wskaźniki struktury majątku i kapitału oraz wskaźniki natężenia, wyrażające powiązania kapitałowo-majątkowe w firmie, liczone w procesie analizy wstępnej bilansu. Do typowych wskaźników struktury majątku zaliczamy udział aktywów trwałych w aktywach ogółem, udział aktywów obrotowych w aktywach ogółem czy udział inwestycji w aktywach ogółem. Wskaźniki struktury pasywów nazywane są wskaźnikami wyposażenia przedsiębiorstwa. Do nich należą: stopień wyposażenia przedsiębiorstwa w kapitał własny, będący stosunkiem kapitału własnego do pasywów ogółem, stopień wyposażenia przedsiębiorstwa w kapitał stały lub udział zobowiązań w pasywach ogółem.

Interesującymi z punktu widzenia analizy finansowej są wzajemne powiązania poszczególnych pozycji aktywów i pasywów. Bada się je za pomocą wskaźników powiązań kapitałowo-majątkowych. Do tego typu wskaźników zaliczamy m.in. wskaźnik pokrycia aktywów stałych kapitałem własnym, będący stosunkiem kapitału własnego (stałego, pracującego) do aktywów stałych, wskaźnik pokrycia akty-

wów obrotowych zobowiązaniami krótkoterminowymi itp. Wszystkie wymienione typy wskaźników znajdują zastosowanie jako zmienne diagnostyczne w modelach prognozowania bankructwa.

### 3. Doświadczenia światowe w zakresie doboru wskaźników do modeli predykcji bankructwa

Punktem odniesienia dla większości modeli prognozowania bankructwa, niezależnie od ich formy, jest klasyczny model Altmana w postaci liniowej funkcji dyskryminacyjnej [Altman 1968]. Wstępnie rozpatrywał on 22 wskaźniki finansowe reprezentujące zasadnicze aspekty kondycji finansowej firmy. Po analizie ekonomicznej, opartej na doświadczeniu profesjonalnym audytorów, do modelu wybrał on 5 wskaźników finansowych w postaci następujących zmiennych dyskryminujących:

- $X_1$  – kapitał pracujący/majątek ogółem,
- $X_2$  – zysk zatrzymany/majątek ogółem,
- $X_3$  – zysk przed opodatkowaniem (EBIT)/majątek ogółem,
- $X_4$  – wartość rynkowa kapitału akcyjnego/wartość księgową zadłużenia,
- $X_5$  – przychody ze sprzedaży/majątek ogółem.

Analizując wybrane zmienne dyskryminujące pod kątem ich charakteru ekonomicznego, można stwierdzić, że Altman przyjął do swojego modelu dwa wskaźniki rentowności ( $X_2$  oraz  $X_3$ ), wskaźnik zadłużenia liczony jako pokrycie długu przez wartość rynkową kapitału ( $X_4$ ), miarę sprawności działania w postaci wskaźnika rotacji majątku ( $X_5$ ) oraz na pierwszym miejscu przyjął wskaźnik powiązań kapitałowo-majątkowych ( $X_1$ ). Zastanawiające jest, że nie uwzględnił on żadnego wskaźnika płynności, a trwała utrata płynności jest bezpośrednią przyczyną upadłości firm.

Nieocenionym źródłem do badań porównawczych nad modelami predykcji bankructwa oraz liczbą i charakterem przyjmowanych w nich wskaźników finansowych jako predyktorów bankructwa jest opracowanie [Bellovary, Giacomino, Akers 2007]. Autorzy zestawili w niej wyniki 165 prac dotyczących prognozowania bankructwa firm, opublikowanych w języku angielskim i dotyczących w przeważającej liczbie firm amerykańskich (ale nie wyłącznie), przedstawiając ich obszary zastosowań, typ przyjętych modeli prognostycznych, liczbę przyjętych zmiennych objaśniających oraz ich zdolność predykcyjną. Piszą oni, że jest to najbardziej kompletna lista prac z tego zakresu opublikowanych w języku angielskim na świecie. Tutaj zwrócimy uwagę jedynie na liczbę i charakter przyjmowanych w nich wskaźników finansowych. Autorzy stwierdzają, że w publikacjach tych przyjmowano 752 różne zmienne, z tego 674 wystąpiły jedynie w jednej lub dwóch pracach. Wynika z tego, że w praktyce należy brać pod uwagę zbiór co najwyżej 80 zmiennych diagnostycznych. Najczęściej przyjmowane wskaźniki finansowe (co najmniej w 20 pracach) w tych modelach predykcji bankructwa przedstawione zostały w tab. 1.

Autorzy ci zestawiają także liczby zmiennych objaśniających (czynników) w prezentowanych modelach prognostycznych, co przedstawiono w tab. 2.

**Tabela 1.** 10 najczęściej występujących wskaźników finansowych w modelach predykcji bankructwa

Rodzaj wskaźnika finansowego	Liczba modeli z tym wskaźnikiem
Rotacji majątku	54
Bieżącej płynności finansowej	51
Pokrycia majątku kapitałem pracującym	45
Rentowności (zysk zatrzymany/majątek ogółem)	42
Rentowności (zysk przed opodatkowaniem /majątek ogółem)	35
Globalny wskaźnik obrotu aktywami	32
Płynności przyspieszonej	30
Ogólnego zadłużenia	27
Struktury aktywów	26
Rotacji netto	23

Źródło: na podstawie: [Bellovary, Giacomino, Akers 2007, s. 42].

**Tabela 2.** Liczba zmiennych objaśniających (czynniki) w modelach predykcji bankructwa

Lata	Minimalna liczba zmiennych	Maksymalna liczba zmiennych	Średnia liczba zmiennych
60.	5	30	15
70.	2	18	8
80.	1	47	9
90.	2	57	11
2000.	5	13	8
Ogółem	1	57	10

Źródło: [Bellovary, Giacomino, Akers 2007, s. 8].

Reasumując doświadczenia światowe w zakresie typu modeli prognozowania bankructwa oraz charakteru i liczby uwzględnianych w nich zmiennych, wymienieni autorzy formułują następujące wnioski:

- zdolność do poprawnej klasyfikacji i zdolność predykcyjna modelu nie zależy od liczby uwzględnianych w nim zmiennych, większa ich liczba nie gwarantuje mniejszego błędu prognozy,
- uwzględnianie zbyt wielu wskaźników może zmniejszać praktyczną użyteczność zbudowanego modelu,
- „nowsze” modele nie są bardziej obiecujące pod względem teoretycznym i praktycznym niż modele „starsze”.

Odnosząc się do wyników zawartych w tab. 1, należy zauważyć, że w grupie 10 najczęściej przyjmowanych wskaźników finansowych znajdują się 3 wskaźniki mówiące o sprawności (efektywności) działania i aktywności gospodarczej firm (wskaźniki rotacji), 2 wskaźniki rentowności, 2 wskaźniki płynności i po jednym wskaźniku zadłużenia, struktury majątku oraz powiązań kapitałowo-majątkowych.

#### 4. Wybrane modele prognozowania bankructwa w gospodarce polskiej

Pierwszym modelem prognozowania bankructwa w gospodarce polskiej był model Mączyńskiej. Zastosowała ona multiplikatywny model uproszczonej analizy dyskryminacyjnej do przewidywania upadłości polskich firm [Mączyńska 1994]. Zmierzonymi dyskryminującymi w tym modelu były następujące wskaźniki:  $X_1$  – (zysk brutto + amortyzacja)/ zobowiązania krótko- i długookresowe (wskaźnik zadłużenia),  $X_2$  – suma bilansowa/zobowiązania krótko- i długookresowe (zadłużenie),  $X_3$  – wynik finansowy brutto/aktywa (rentowność),  $X_4$  – wyniki finansowy brutto/przychody (wskaźnik wartości dodanej – rentowność),  $X_5$  – zapasy/przychody (rotacja zapasów – sprawność działania),  $X_6$  – przychody/aktywa (sprawność działania).

W pracy [Pocięcha 2007] przedstawiono szereg wariantów liniowych funkcji dyskryminacyjnych prognozowania bankructwa firm w gospodarce polskiej. Po przeprowadzeniu dyskusji dotyczącej doboru odpowiednich wskaźników wstępnie przyjęto 13 zmiennych dyskryminujących. Następnie zastosowano procedury testowania jakości danych. W efekcie wybrano różne układy obszarów analizy finansowej, tworząc odpowiednie zestawy wskaźników dla wybranych obszarów. Spośród wielu możliwych układów zmiennych dyskryminujących metodą selekcji krokowej wybrano tylko modele o najwyższej zdolności do poprawnej klasyfikacji oraz najwyższej zdolności predyktywnej. W efekcie przedstawiono model zbudowany na podstawie wskaźników płynności i rentowności (3 zmienne dyskryminujące), model o wskaźnikach rentowności i zadłużenia (5 zmiennych), model dla wskaźników rentowności, zadłużenia i struktury finansowej (5 zmiennych), wskaźników płynności i zadłużenia (4 zmienne), płynności i struktury finansowej (4 zmienne), płynności, zadłużenia i struktury finansowej (3 zmienne), zadłużenia i struktury finansowej (2 zmienne). Zdolność do poprawnej klasyfikacji (na zbiorze uczącym) wahała się w granicach 79-92%, a zdolność predyktywna (na zbiorze testowym) wynosiła 75-87%.

We wnioskach końcowych [Pocięcha 2007, s. 77] stwierdzono, że sprawność klasyfikacyjna i predyktywna modelu ze wszystkimi 13 zmiennymi dyskryminującymi nie była najwyższa, a przeciętna. Nie ma więc podstaw, aby sądzić, że jeśli do modelu zostaną włączone wskaźniki reprezentujące wszystkie obszary analizy finansowej, to taki model będzie się charakteryzował najwyższą zdolnością klasyfikacyjną i prognostyczną. Oszacowane różne warianty modeli dyskryminacyjnych wskazują, że bez względu na liczbę i rodzaj włączanych wskaźników oszacowane modele wykazywały się zasadniczo podobnymi zdolnościami klasyfikacyjnymi i predyktywnymi. Wskaźniki płynności i rentowności są ważnymi predyktorami bankructwa, jednak nie włączając jednego z tych obszarów, można uzyskać model nieustępujący modelowi zawierającemu wskaźniki pochodzące z obydwu grup. Istnieje możliwość wzajemnego zastępowania wskaźników dotyczących płynności, zadłużenia i struktury finansowej bez szkody dla sprawności modelu.

Oczywiście analogiczne analizy można prowadzić dla wielu innych znanych w literaturze polskiej modeli predykcji bankructwa, tutaj jednak, ze względu na ograniczenia objętości pracy, nie będą prezentowane.

## 5. Podsumowanie

Przytoczone w punkcie 3 doświadczenia światowe związane z doбором wskaźników finansowych do klasyfikacyjnych modeli predykcji bankructwa oraz wybrane wyniki dotyczące literatury polskiej, przedstawione w punkcie 4, skłaniają do sformułowania następujących wniosków:

- modele zawierające wszystkie możliwe zmienne diagnostyczne bankructwa nie dają dobrych wyników, istnieje więc konieczność ich właściwego doboru,
- nie ma jednoznacznych wskazań co do rodzaju wskaźników finansowych koniecznych do zbudowania „dobrego” modelu predykcji bankructwa,
- pozostaje więc metodologiczny problem optymalizacji wektora cech diagnostycznych do prognozowania bankructwa,
- należy postulować kompleksowe opracowanie analizy porównawczej modeli prognozowania bankructwa firm w gospodarce polskiej, opublikowanych w języku polskim, obejmującej badania nad przyjmowanymi tam zmiennymi diagnostycznymi, analogicznej do pracy [Bellovary, Giacomino, Akers 2007].

Na zakończenie chciałbym zadać pytanie, kluczowe dla przyszłości badań nad prognozowaniem bankructwa. Czy celem jest zbudowanie modeli w postaci „czarnej skrzynki”, dających możliwie najlepsze błędy prognozy *ex ante*, czy budowanie modeli opisujących mechanizm upadku firm, opartych na teorii mikroekonomicznej, które byłyby jednocześnie dobrym narzędziem prognostycznym.

## Literatura

- Altman E.I., *Financial ratios, discriminant analysis and prediction of corporate bankruptcy*, “The Journal of Finance”, vol. 23, September 1968.
- Bellovary J., Giacomino D., Akers M., *A review of bankruptcy prediction studies: 1930 to present*, “Journal of Financial Education”, vol. 33, Winter 2007.
- Mączyńska E., *Ocena kondycji przedsiębiorstwa (uproszczone metody)*, „Życie Gospodarcze” nr 38, 1994.
- McKee T.E., *Developing a bankruptcy prediction model via rough sets theory*, “International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management”, no. 9, 2000.
- Pociecha J., *Dyskryminacyjne metody klasyfikacji danych w prognozowaniu bankructwa firmy*, [w:] Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1126, Taksonomia 13, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Wrocław 2006.
- Pociecha J., *Informacyjne aspekty trafności prognoz bankructw polskich przedsiębiorstw*, [w:] *Statystyka w służbie publicznej. Wyzwania XXI wieku*, Urząd Statystyczny w Krakowie, Kraków 2011.
- Pociecha J., *Metodologiczne problemy prognozowania bankructwa*, [w:] Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 107, Taksonomia 17, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Wrocław 2010.

Pocięcha J., *Problemy prognozowania bankructwa firmy metodą analizy dyskryminacyjnej*, „Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica” 205, Łódź 2007.

Sierpińska M., Jachna T., *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, PWN, Warszawa 2005.

Wędzki D., *Analiza wskaźnikowa sprawozdania finansowego, Tom 2. Wskaźniki finansowe*, Wolters Kluwer business, Kraków 2009.

## FINANCIAL RATIOS AND CLASSIFICATION MODELS OF BANKRUPTCY PREDICTION

**Summary:** Types of bankruptcy prediction models have been presented in this paper, which is a comparative-review paper. Financial ratios used in bankruptcy prediction models, their construction and interpretation have been discussed. Selected results of bankruptcy prediction investigations, published in the world literature in English and Polish have been presented. The number and type of financial ratios used in classification bankruptcy prediction models have been noticed. Some conclusions concerning principles of financial ratios selection to this type models have been formulated.

**Keywords:** bankruptcy prediction, financial analysis, financial ratios.