

Skuteczne metody prognozowania upadłości firm

<https://doi.org/10.33141/po.2010.06.04>

Przeład Organizacji, Nr 6 (845), 2010, ss. 15-18

www.przeładorganizacji.pl

Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa (TNOiK)

Tomasz Koroł

Wprowadzenie

Artykuł ten jest poświęcony zagadnieniu prognozowania zagrożenia upadłością firm. Obecny globalny kryzys finansowy dowiódł, że nawet najlepsze międzynarodowe koncerny powinny nieustannie monitorować sytuację finansową swoją, jak i firm, z którymi współpracują. Kryzys, który rozpoczął się w drugiej połowie 2008 r. spowodował, że liczba zagrożonych podmiotów gospodarczych na świecie znacząco wzrosła. Według danych statystycznych międzynarodowej firmy Euler Hermes liczba zagrożonych upadłością firm w Stanach Zjednoczonych wzrosła o 54%, w Hiszpanii aż o 118%, a w Wielkiej Brytanii o 56%¹⁾. Obecny światowy kryzys finansowy spowodował, że i w Polsce liczba upadłości znacząco wzrosła. Według szacunków firmy Euler Hermes w 2009 r. w Polsce nastąpił wzrost liczby upadłych firm o 55%²⁾. Natomiast według dziennika „Puls Biznesu”, ze względu na to, że postępowanie upadłościowe w naszym kraju zajmuje nawet trzy lata, prawdziwa fala bankructw dotknie Polskę dopiero w 2010 r. Analitycy „Pulsu Biznesu” przewidują nawet trzykrotny wzrost liczby upadłości w 2010 r. w porównaniu z rokiem 2009³⁾. Coraz częściej pojawiają się również opinie ekonomistów, twierdzące, że kryzys ten potrwa nawet dekadę⁴⁾ i już zagraża lub może zagrozić nie tylko gospodarkom takich krajów, jak na przykład Grecja, Islandia czy Hiszpania, ale całej Unii Europejskiej⁵⁾.

Ogólny wzrost zagrożenia upadłością firm na świecie spowodował wzrost świadomości menedżerów o konieczności implementacji metod wczesnego ostrzegania firmy przed ryzykiem bankructwa. Stąd też dzisiaj analitycy już nie stoją przed dylematem, czy prognozować ewentualne zagrożenie upadłością firm, lecz jaką metodę wykorzystać do oceny sytuacji finansowej, aby zminimalizować błąd prognozy. W bieżącym roku, w numerze 1 „Przeładu Organizacji” autor tego artykułu przedstawił wyniki swoich badań, których celem była weryfikacja skuteczności metody logiki rozmytej (z wykorzystaniem kursu walutowego PLN/USD) w prognozowaniu upadłości. Warto jednak ocenić również możliwości wykorzystania innych metod prognozowania, które umożliwią przedsiębiorcom skutecznie przewidzieć zagrożenie upadłością firm. Poniżej autor przedstawił wyniki drugiego etapu swoich badań.

Ogólna charakterystyka metod statystycznych i miękkich technik obliczeniowych

W literaturze zachodniej modele prognozowania upadłości są pokategoryzowane na dwie główne grupy: modele grupy metod statystycznych oraz modele metod miękkich technik obliczeniowych. W metodach statystycznych przedmiotem oceny są wybrane wskaźniki finansowe mające wartość diagnostyczną. Dobór poszczególnych wskaźników dokonuje się na podstawie badań empirycznych *ex post* grupy przedsiębiorstw obejmującej firmy o dobrej sytuacji finansowej i te zagrożone upadłością. Tak ustalony zbiór wskaźników redukuje się ponadto przez wyłączenie z niego zmiennych o podobnej treści informacyjnej, czyli wskaźników skorelowanych ze sobą. Po określeniu zbioru zmiennych diagnostycznych następuje oszacowanie parametrów modelu, czyli przypisanie wag wybranym zmiennym dyskryminacyjnym. Model prognozowania upadłości firm oparty na metodach statystycznych otrzymuje się w drodze stopniowego „zagęszczania” zbioru pojedynczych wskaźników, aż do uzyskania jednego wskaźnika nazywanego indeksem czy też wskaźnikiem syntetycznym.

„Zagęszczanie” to odbywa się z wykorzystaniem odpowiednich metod statystycznych oraz ekonometrycznych. Wychodząc od zestawu wskaźników ekonomiczno-finansowych, które są istotne z punktu widzenia oceny sytuacji finansowo-ekonomicznej firm, próbuje się je nawzajem powiązać i uzyskać jeden wskaźnik syntetyczny. Wykorzystanie takiego modelu do oceny ryzyka upadłości firmy polega na podstawieniu rzeczywistych wielkości wskaźników finansowych i wyliczeniu syntetycznego wskaźnika ryzyka. Wskaźnik ten charakteryzuje sytuację finansowo-ekonomiczną badanej firmy.

W przeciwieństwie do modeli metod statystycznych, metody miękkich technik obliczeniowych efektywnie radzą sobie z nieprecyzyjnie zdefiniowanymi problemami, niepełnymi danymi, z niedokładnością, brakiem precyzji i niepewnością. Zagadnienie prognozowania upadłości firm ma wszystkie z wyżej wymienionych cech. Ponadto metody te doskonale nadają się do zastosowania w systemach, których zadaniem jest dopasowanie określonych wewnętrznych parametrów do zmiennych warunków otoczenia w sposób dynamiczny (tak zwane systemy uczące się).

Miękkie techniki obliczeniowe obejmują zestaw technik, których działanie ukierunkowane jest na to, aby możliwe było efektywne wnioskowanie

na podstawie nieprecyzyjnych przesłanek – techniki te naśladują tym samym działanie ludzkiego mózgu. Różnica między tradycyjnymi metodami obliczeniowymi a metodami „miękkimi” polega na odniesieniu do zagadnień takich, jak: precyzja, pewność i dokładność. Elementy te są podstawą metod statystycznych, podczas gdy punktem wyjścia dla, na przykład, logiki rozmytej jest teza, że precyzja i pewność noszą ze sobą koszty, a obliczenia, wnioskowanie i podejmowanie decyzji powinny wykorzystywać tolerancję dla niedokładności i niepewności, gdziekolwiek tylko jest to możliwe.

Miękkie techniki obliczeniowe, w przeciwieństwie do metod statystycznych, tolerują zatem niedokładność danych, niepewność i aproksymację. Istotą systemów opartych na inteligencji obliczeniowej jest przetwarzanie i interpretacja danych o bardzo różnorodnym charakterze. Ich wspólną cechą jest to, że przetwarzają one informacje w przypadkach trudnych do przedstawienia w postaci algorytmów i czynią to w powiązaniu z symboliczną reprezentacją wiedzy. Mogą to być relacje dotyczące jakiegoś obiektu znanego tylko na podstawie skończonej liczby pomiarów stanu wyjścia i wejścia. Mogą to być również dane wiążące najbardziej prawdopodobną diagnozę z szeregiem zaobserwowanych symptomów w ciągach uczących. Potrafią formułować reguły wnioskowania i generalizować wiedzę o sytuacjach, kiedy oczekuje się od nich predykcji bądź zaklasyfikowania obiektu do jednej z zaobserwowanych wcześniej kategorii⁹.

Do badań autor wybrał następujące metody miękkich technik obliczeniowych: ● rekurencyjną sztuczną sieć neuronową ● jednokierunkową wielowarstwową sztuczną sieć neuronową ● sztuczną sieć neuronową opartą na algorytmach genetycznych ● sztuczną sieć neuronową o radialnych funkcjach bazowych ● mapę samoorganizującą się ● model wektorów nośnych ● model logiki rozmytej oraz następujące metody statystyczne: ● wielowymiarową analizę dyskryminacyjną ● model logitowy ● model probitowy ● model drzew decyzyjnych ● model losowych lasów. Należy zaznaczyć, że jest to pierwsza próba weryfikacji skuteczności tak szerokiego wachlarza metod prognozowania upadłości firm w Polsce na podstawie jednej, takiej samej próby badawczej.

Założenia badawcze

W badaniach autor wykorzystał dane dotyczące 185 spółek akcyjnych notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie (GPW) w latach 2000–2005. Spółki te były firmami z sektora usług i produkcji. W badaniach pominięto przedsiębiorstwa z sektora finansowego (banki i firmy ubezpieczeniowe) ze względu na zbyt odmienną charakterystykę tego typu spółek. Warto przy tym nadmienić, że opracowana populacja przedsiębiorstw stanowiła praktycznie 100-proc. populację spółek produkcyjnych i usługowych notowanych na GPW w analizowanym okresie. Dlatego też, z jednej strony, nie było możliwości zwiększenia populacji firm objętych badaniami, a z drugiej strony zapewniło to odpowiednią reprezentatywność opracowanej populacji firm. W ramach tej populacji przedsiębiorstw wyodrębniono:

● próbę uczącą – składającą się z 53 firm. Przy czym 25 z nich były to spółki zagrożone bankrutem, to

jest złożono wobec nich wnioski o upadłość lub zarząd danej spółki rozważał taką możliwość w obliczu trudnej sytuacji finansowej firmy. Pozostałe 28 spółek były to firmy znajdujące się w dobrej sytuacji finansowo-ekonomicznej. Badane 53 spółki pochodziły z różnych sektorów, takich jak: budownictwo, przemysł metalowy, spożywczy, chemiczny, telekomunikacyjny itp.;

● próbę testową „jeden” – składającą się z 54 firm: 25 spółek zagrożonych upadłością oraz 29 firm „zdrowych”. W celu sprawdzenia skuteczności w prognozowaniu upadłości spółek giełdowych modeli opracowanych na podstawie próby uczącej przygotowano tę próbę testową z danymi – na rok, na dwa i na trzy lata przed postawieniem spółki w stan upadłości. Przy czym próba ta składała się z firm, które nie wchodziły w skład próby uczącej system;

● próbę testową „dwa” – w skład której weszły wszystkie spółki z próby testowej „jeden” oraz dodatkowo 78 firm niezagrażonych upadłością. Taki zabieg pozwolił autorowi na przetestowanie poszczególnych modeli, które zostały opracowane na podstawie próby uczącej z proporcją bankrutów (25 spółek) do niebankrutów (28 spółek) zbliżoną do stosunku 50/50%, w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, to jest proporcji bankrutów (25 firm) do niebankrutów (107 firm) – 18,9/81,1%. Dzięki temu próba testowa „dwa” umożliwiła weryfikację walorów predykcyjnych modeli wczesnego ostrzegania firm na rok, na dwa i na trzy lata, nie tylko w sztucznych warunkach utrzymania proporcji „złych” i „zdrowych” firm 50/50%.

Autor w swoich badaniach wykorzystał 14 wskaźników jako niezależne zmienne wejściowe modeli (tabela 1).

Dodatkowo, dla każdego wskaźnika finansowego (tabela 1), policzono tempo zmiany wartości dla wszystkich analizowanych lat, czyli tempo zmiany między: pierwszym a drugim rokiem, drugim a trzecim rokiem oraz trzecim a czwartym rokiem przed upadłością.

Ponadto każde przedsiębiorstwo zostało opisane zerojedynkową zmienną wyjściową – zmienną grupującą populację na dwie grupy przedsiębiorstw – na zagrożone (wartość zmiennej = zero) i niezagrażone upadłością (wartość zmiennej = jeden).

Jakość klasyfikacji modeli wczesnego ostrzegania oceniono na podstawie skuteczności ogólnej, a także błędów I i II rodzaju. Zastosowano następujące formuły:

● błąd I – $E_1 = D_1 / BR \times 100\%$, gdzie D_1 – liczba bankrutów zaklasyfikowanych przez model jako firmy „zdrowe”, BR – liczba bankrutów w próbie uczącej/testowej;

● błąd II – $E_2 = D_2 / NBR \times 100\%$, gdzie D_2 – liczba niebankrutów zaklasyfikowanych przez model jako firmy zagrożone upadłością, NBR – liczba niebankrutów w próbie uczącej/testowej;

● skuteczność ogólna modelu – $S = \{1 - [(D_1 + D_2) / (BR + NBR)]\} \times 100\%$.

Analiza porównawcza wyników modeli na rok, na dwa lata i na trzy lata przed upadłością firm

Autor, ze względu na ograniczony rozmiar artykułu, nie ma możliwości przedstawienia w nim wszystkich opracowanych modeli. Dlatego też poniżej została przedstawiona tylko analiza porównawcza wyników skuteczności między dwoma

Tab. 1. Wskaźniki finansowo-ekonomiczne wykorzystane w badaniach

Symbol wskaźnika	Rodzaj wskaźnika oraz sposób jego obliczania
WSKAŹNIKI RENTOWNOŚCI	
$ZS / SB = X1$	zysk ze sprzedaży / wartość sumy bilansowej
$ZO / PS = X2$	zysk z działalności operacyjnej / przychody netto ze sprzedaży
WSKAŹNIKI PŁYNNOŚCI FINANSOWEJ	
$AO / ZK = X3$	aktywa obrotowe (bez krótkoterminowych rozliczeń międzyokresowych) / zobowiązania krótkoterminowe
$(AO - Z) / ZK = X4$	[aktywa obrotowe (bez krótkoterminowych rozliczeń międzyokresowych) - zapasy] / zobowiązania krótkoterminowe
$KP / SB = X5$	kapitał obrotowy / suma bilansowa
WSKAŹNIKI ZADŁUŻENIA	
$ZK / SB = X6$	zobowiązania krótkoterminowe / suma bilansowa
$KW / ZOB = X7$	kapitał własny / zobowiązania ogółem
$(ZN + A) / ZOB = X8$	(zysk netto + amortyzacja) / zobowiązania ogółem
$ZB / ZK = X10$	zysk brutto / zobowiązania krótkoterminowe
$(KW+ZD.DL) / AT = X11$	(kapitał własny + zobowiązania długoterminowe) / aktywa trwałe
WSKAŹNIKI SPRAWNOŚCI	
$KO / ZK = X9$	koszty operacyjne (bez pozostałych kosztów operacyjnych) / wartość zobowiązań krótkoterminowych
$PS / SB = X12$	przychody ze sprzedaży / suma bilansowa
$PS / N = X13$	przychody ze sprzedaży / należności krótkoterminowe
INNE MIERNIKI FINANSOWE	
$\text{Log SB} = X14$	Logarytm dziesiętny z aktywów ogółem

Źródło: opracowanie własne.

najlepszymi modelami z grupy metod statystycznych a dwoma najlepszymi modelami z grupy metod miękkich technik obliczeniowych⁷⁾. Do oceny jakości opracowanych modeli i wybrania najlepszego modelu autor wykorzystał trzy kryteria:

- uzyskaną wysoką skuteczność modelu,
- wielkość spadku tej skuteczności wraz z wydłużaniem okresu prognozy (zdolność utrzymywania właściwości predykcyjnych),
- możliwość wykorzystania modelu w praktyce (czyli wysokość skuteczności modelu uzyskanej na próbie testowej „dwa” o nierównej proporcji bankrutów do niebankrutów).

Najistotniejsze dla autora było kryterium trzecie. Naukowcy nie opracowują tego typu modeli, aby wykorzystywać je tylko w teorii, ale po to, aby móc je właśnie zaimplementować w praktyce gospodarczej. Z punktu widzenia banków, przedsiębiorstw czy też agencji ratingowych na niewiele zda się model o wyśmienitej skuteczności uzyskiwanej na próbie testowej składającej się z 50% niebankrutów i 50% firm-bankrutów.

Na podstawie uzyskanych wyników wybrano następujące modele:

- model analizy dyskryminacyjnej (AD) oszacowany na podstawie zbioru składającego się z 14 zmiennych objaśniających;
- model losowych lasów (RF) również oszacowany na podstawie zbioru składającego się z 14 zmiennych objaśniających;
- model wektorów nośnych (SVM) składający się z 14 wskaźników finansowych;
- model logiki rozmytej (FL) z wykorzystaniem ujęcia dynamiczno-statycznego wskaźników finansowych.

Patrząc na wyniki uzyskane na próbie testowej „jeden” o proporcji firm zagrożonych upadłością i niezagrożonych bankrutem zbliżonej do stosunku

50/50% (tabela 2), można zauważyć, że w analizie krótkookresowej, to jest na rok przed upadłością, analiza dyskryminacyjna zdystansowała swoją skutecznością pozostałe modele, osiągając 96,29-proc. trafność prognozy. Jednak już w analizie na dwa i na trzy lata wstecz modele miękkich technik obliczeniowych charakteryzują się lepszymi właściwościami predykcyjnymi. I tak, na dwa lata wstecz najlepszym modelem był model wektorów nośnych, który osiągnął 87,04-proc. skuteczność oraz wygenerował tylko 4-proc. błąd I rodzaju. Natomiast w analizie spółek na trzy lata wstecz bezkonkurencyjny jest model logiki rozmytej z 83,33-proc. skutecznością i 20-proc. błędem I rodzaju.

Oceniając zdolność utrzymywania właściwości predykcyjnych modelu wraz z wydłużaniem okresu prognozy, widać, że model logiki rozmytej charakteryzuje się najmniejszym spadkiem skuteczności. Skuteczność ta zmniejszyła się o 7,4 punktu procentowego między pierwszym a trzecim rokiem prognozy (z 88,88 do 81,48%). Podczas gdy skuteczność modelu analizy dyskryminacyjnej spadła o 20,37 punktu procentowego, modelu losowych lasów spadła o 11,11 punktu procentowego, a modelu wektorów nośnych spadła o 16,67 punktu procentowego.

Oceniając skuteczności modeli uzyskane na próbie testowej „dwa”, czyli próbie istotniejszej z punktu widzenia praktyki gospodarczej, widać, że w całym okresie analizy model logiki rozmytej zdominował pozostałe modele uzyskanymi skutecznościami. Model ten charakteryzował się lepszą skutecznością:

- w prognozie na rok wstecz: o 6,82 punktu procentowego od modelu AD, o 7,58 punktu procentowego od modelu RF oraz o 6,06 punktu procentowego od modelu SVM;
- w prognozie na dwa lata wstecz: o 9,85 punktu procentowego od modelu AD, o 0,76 punktu procentowego

Tab. 2. Wyniki skuteczności dwóch najlepszych modeli z grupy metod statystycznych oraz dwóch modeli z grupy metod miękkich technik obliczeniowych

Rodzaj próby		Modele prognozowania upadłości							
		Model AD		Model RF		Model SVM		Model FL (ujęcie dynamiczno- statyczne)	
Póba testowa „jeden” 25:28	na rok	E1	0%	E1	16% (4)	E1	8% (2)	E1	16% (4)
		E2	6,89% (2)	E2	10,34% (3)	E2	10,34% (3)	E2	6,89% (2)
		S	96,29%	S	87,03%	S	90,74%	S	88,88%
	na dwa lata	E1	12% (3)	E1	8% (2)	E1	4% (1)	E1	8% (2)
		E2	37,93% (11)	E2	20,68% (6)	E2	20,68% (6)	E2	24,13% (7)
		S	74,07%	S	85,18%	S	87,04%	S	83,33%
	na trzy lata	E1	32% (8)	E1	36% (9)	E1	44% (11)	E1	20% (5)
		E2	17,24% (5)	E2	13,79% (4)	E2	13,79% (3)	E2	17,24% (5)
		S	75,92%	S	75,92%	S	74,07%	S	81,48%
Próba testowa „dwa” 25:107	na rok	E1	0%	E1	16% (4)	E1	8% (2)	E1	16% (4)
		E2	31,77% (34)	E2	28,97% (31)	E2	28,97% (31)	E2	19,62% (21)
		S	74,24%	S	73,48%	S	75%	S	81,06%
	na dwa lata	E1	12% (3)	E1	8% (2)	E1	4% (1)	E1	8% (2)
		E2	52,33% (56)	E2	42,05% (45)	E2	44,85% (48)	E2	41,12% (44)
		S	55,30%	S	64,39%	S	62,87%	S	65,15%
	na trzy lata	E1	32% (8)	E1	36% (9)	E1	44% (11)	E1	20% (5)
		E2	35,51% (38)	E2	37,38% (40)	E2	35,51% (38)	E2	39,25% (42)
		S	65,15%	S	62,87%	S	62,87%	S	64,39%

Źródło: opracowanie własne.

od modelu RF oraz o 2,28 punktu procentowego od modelu SVM;

● w prognozie na trzy lata wstecz: o 2,28 punktu procentowego od modelu RF oraz o 2,28 punktu procentowego od modelu SVM. Natomiast model AD, mimo że uzyskał o 0,76 punktu procentowego wyższą skuteczność od modelu FL, to z tabeli 2 widać, że model AD wygenerował 38-proc. błąd I rodzaju, podczas gdy błąd ten w przypadku modelu logiki rozmytej wyniósł 20%. Warto przy tym zwrócić uwagę, że wszystkie modele, to jest AD, RF i SVM wygenerowały wysoki błąd I rodzaju w porównaniu z modelem FL na trzy lata wstecz.

Wnioski

Wnioski płynące z przeprowadzonych przez autora badań są istotne. Dzięki badaniom na tej samej populacji firm dokonano weryfikacji skuteczności modeli opracowanych dwunastoma różnymi technikami. Wyniki jednoznacznie wykazały, że w przypadku wykorzystania proporcji bankrutów do niebankrutów zbliżonej do rzeczywistych uwarunkowań model logiki rozmytej charakteryzuje się wyższą zdolnością predykcji niż pozostałe modele metod statystycznych i modele metod miękkich technik obliczeniowych. Tym samym drugi etap badań potwierdził wysoki potencjał prognostyczny metody logiki rozmytej.

dr inż. Tomasz Korol
Wydział Zarządzania i Ekonomii
Politechniki Gdańskiej

PRZYPISY

¹⁾ www.eulerhermes.pl/pl/pl/media/0907_eh_upadlosci_swiat.pdf/0907_eh_upadlosci_swiat.pdf (data odczytu: 24.10.2009).

²⁾ *Bankructwa firm – problem polskiej gospodarki*, www.eulerhermes.pl/pl/pl/dokumenty/091021_eh_upadl_iiikw09.pdf/091021_eh_upadl_iiikw09.pdf (data odczytu: 24.10.2009).

³⁾ *Bankructwo będzie trzy razy więcej*, http://www.pb.pl/2/a/2009/12/31/Plajt_będzie_trzy_razy_więcej (data odczytu: 31.12.2009).

⁴⁾ *Kryzys znów mocno uderzy*, http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/1,77367,7657848,_Parkiet_Kryzys_znow_mocno_uderzy.html (data odczytu: 13.03.2010).

⁵⁾ *Grecy kryzys grozi nie tylko eurostrefie, lecz całej EU*, http://wiadomosci.gazeta.pl/Wiadomosci/1,81048,7596771,FT_Grecy_kryzys_grozi_nie_tylo_eurostrefie_lecz.html (data odczytu: 24.02.2010).

⁶⁾ L. RUTKOWSKI, *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 10.

⁷⁾ Zainteresowanym czytelnikom autor udostępni te modele – e-mail kontaktowy: tomasz.korol@zie.pg.gda.pl

Summary

This article is about the prediction of bankruptcy of stock equity companies in Poland. It focuses on discussions on the possibility of use in the prediction of bankruptcy, not only financial ratios in the model of fuzzy logic, but also some Polish macroeconomic variables affecting the financial situation of the companies. In a study author used data on 132 stock equity companies listed on the Warsaw Stock Exchange.