

# Prognozowanie upadłości firm przy wykorzystaniu kursu dolara oraz logiki rozmytej

<https://doi.org/10.33141/po.2010.01.09>

Przeład Organizacji, Nr 1 (840), 2010, ss. 35-38

[www.przekladorganizacji.pl](http://www.przekladorganizacji.pl)

Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa (TNOiK)

*Tomasz Korol*

## Wprowadzenie

**K**ryzysy są nieodłącznym elementem działalności gospodarczej każdego przedsiębiorstwa. Kryzys finansowy w firmie nie pojawia się jednak nagle, z dnia na dzień, a jest wynikiem kumulacji zignorowanych przez menedżerów wielu czynników oraz symptomów pogarszającej się sytuacji ekonomicznej przez dłuższy okres w danej spółce i jej otoczeniu. W literaturze wyróżnia się od trzech do pięciu etapów kryzysu kończącego się upadłością firmy [Korol, Prusak, 2005].

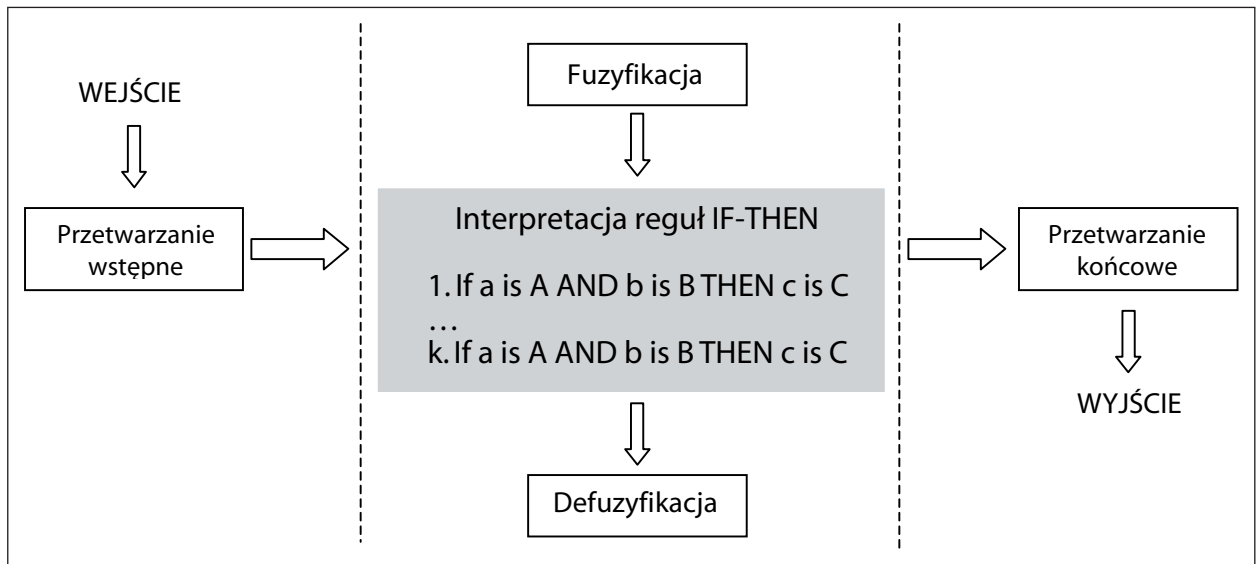
Jak wskazują doświadczenia przedsiębiorstw przeżywających stany krytyczne, najpoważniejszym problemem jest umiejętność identyfikacji zagrożeń pojawiających się w przedsiębiorstwie i jego otoczeniu [Michaluk, 1999, s. 162]. Kryzys jest wynikiem nieplanowanych zdarzeń zakłócających lub zagrażających normalnemu funkcjonowaniu firmy. W czasach niepewności, ryzyka i niepełnej informacji kryzys staje się cechą współczesnych przedsiębiorstw, a nie stanem wyjątkowym. Sposobem działania współczesnych organizacji powinno być unikanie kryzysu. Strategia taka wymaga wykształcenia sprawnego i elastycznego systemu kontroli i monitoringu warunków działania. Im szybsza reakcja takiego systemu wczesnego ostrzegania, tym większe prawdopodobieństwo uniknięcia sytuacji kryzysowej. Z nielicznymi wyjątkami, wszystkie kryzysy dają o sobie wcześniej znać pewnymi sygnałami ostrzegawczymi. Problemem jest to, że organizacje stale bombardowane są różnorodnymi sygnałami. Istotnym zadaniem jest zdobycie umiejętności wyodrębniania tych wskaźników, które informują o nadchodzącym problemie. Im szybciej wykryte zostaną takie sygnały ostrzegawcze, tym większe pole manewru będzie miało przedsiębiorstwo w następnych fazach kryzysu.

W coraz bardziej konkurencyjnej globalnej gospodarce wszystkie zagrożenia, jak i okazje dla przedsiębiorstw, ulegają bardzo szybkim zmianom. Obecnie firmy działają w otoczeniu charakteryzującym się olbrzymią złożonością i niepewnością zjawisk. Tylko mniej niż połowa podmiotów gospodarczych funkcjonuje dłużej niż cztery lata. Dlatego też kluczowym zagadnieniem we współczesnych warunkach prowadzenia działalności gospodarczej jest ustalanie obszarów występowania ryzyka, bieżąca kontrola sytuacji ekonomiczno-finansowej oraz skuteczne prognozowanie zagrożeń upadłością, aby

z wyprzedzeniem na nie reagować. Upadek przedsiębiorstwa w skali mikro wywołuje wiele negatywnych skutków ekonomiczno-społecznych. Bankructwo firmy sprawia, że wierzyciele firmy bankruta ponoszą straty w postaci nieściągniętych wierzytelności. Upadłością firmy również dotknięci są jej kooperanci tracący w ten sposób odbiorców bądź też dostawców.

## Prognozowanie upadłości firm

**P**ierwsze modele prognozowania upadłości przedsiębiorstw zostały opracowane na świecie przeszło 40 lat temu. Prekursorem w wykorzystaniu modeli wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej do prognozowania upadłości firm był prof. Altman z USA, który w 1968 r. wyznaczył jednofunkcyjny model Z, składający się z pięciu wskaźników finansowych. Początek transformacji gospodarczej w Polsce w latach 90. ubiegłego wieku przyniósł pierwsze lawinowe upadłości firm, a wraz z nimi potrzebę prognozowania tego zjawiska z odpowiednim wyprzedzeniem w czasie. Początkowo do prognozowania upadku firm stosowano analizę wskaźnikową oraz próbowano zaimplementować zachodnie modele wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej opracowane przez naukowców w krajach wysoko rozwiniętych. Pierwsze próby wykorzystania tych modeli do oceny polskich firm przyniosły negatywne wyniki. Przeprowadzone przez polskich naukowców badania wykazały, że modele te popełniają liczne błędy w prognozach. Było to spowodowane nie tylko odmiennymi metodami sprawozdawczości, ale również innymi cechami gospodarki. Dlatego też w połowie lat 90. zaczęto opracowywać pierwsze polskie modele prognozowania bankructwa firm opracowane na podstawie populacji przedsiębiorstw funkcjonujących w Polsce. Pionierami byli: D. Hadasik, E. Mączyńska, J. Gajdka i D. Stos. Z kolei wiek XXI jest okresem charakteryzującym się innowacjami w sposobach prognozowania kryzysu finansowego przedsiębiorstw. Obecnie zagadnieniu temu nadaje się wielkie znaczenie, nieustannie poszukując nowych, coraz doskonalszych rozwiązań, odwołujących się także do innych dziedzin niż ekonomia, jak np. fizyka czy biologia (wykorzystanie sztucznej inteligencji). Z przeprowadzonych badań wynika, że najczęściej stosowanymi technikami przy prognozowaniu upadłości firm w Polsce i na świecie jest liniowa wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna



Rys. 1. Schemat przetwarzania danych z wykorzystaniem wnioskowania rozmytego

(30,3% modeli zostało oszacowanych za pomocą tej metody), analiza logitowa (21,3%), a na trzecim miejscu sztuczne sieci neuronowe (9%) [Aziz, Dar, 2004, s. 36].

Mimo sporego zainteresowania „mikroekonomistów” zjawiskiem upadłości firm, zagadnienie to nie cieszy się dużym zainteresowaniem „makroekonomistów”. Dlatego też, większość opracowanych modeli prognozowania bankructwa firm oparta jest jedynie na poziomie mikro, czyli samych tylko wskaźnikach finansowych badanych przedsiębiorstw. W czasach globalnego kryzysu finansowego, postępującej globalizacji oraz występujących silnych powiązań między przedsiębiorstwami i rynkami takie podejście wydaje się być mocno przestarzałe. Według Blommesteina (2000, s. 171–194) globalizacja zwiększyła konkurencję firm o dostępność kapitału i miejsce na rynkach dóbr i usług konsumpcyjnych. Co więcej, to właśnie czynniki makroekonomiczne przyczyniły się do zwiększonego ryzyka otoczenia przedsiębiorstw. Przykładem takiego czynnika może być zwiększona fluktuacja kursów walutowych po rozpadzie Systemu Bretton Woods na początku lat 70. ubiegłego wieku. Według Smithsona (1998) ryzyko walutowe oraz duża zmienność stóp procentowych będzie głównym źródłem ryzyka dla firm w tzw. cyfrowej ekonomii. Opinię tę potwierdzają również wyniki badań przeprowadzonych w Polsce przez P. Znamierowski i P. Perza przy współudziale Warszawskiej Grupy Inwestycyjnej SA na 500 największych firmach. Z badań tych wynika, że aż 70% firm jest narażone na ryzyko walutowe, które bezpośrednio przekłada się na wyniki finansowe tych przedsiębiorstw [Perz, Znamierowski, 2003, s. 35–43]. Podobne badania przeprowadził A. Bhattacharjee w 2002 r. w Wielkiej Brytanii [Bhattacharjee, Highson, Holly, Kattuman, 2002]. Wykazał on bezpośrednią zależność między deprecjacją funta brytyjskiego a wynikami finansowymi brytyjskich firm.

W artykule tym autor do prognozowania upadłości firm proponuje wykorzystanie metody logiki rozmytej. Logika rozmyta umożliwia formułowanie wniosków na podstawie przesłanek opartych na nie-

precyzyjnej, niepełnej, niedokładnej lub dwuznacznej informacji. Systemy logiki rozmytej charakteryzują się dużą prostotą i elastycznością struktury przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej skuteczności. Są one oparte na bazie reguł IF-THEN. Praca systemu decyzyjnego opartego na logice rozmytej zależy od definicji reguł rozmytych, które są zawarte w bazie reguł. Reguły te mają postać JEŻELI .... ORAZ ..... TO, np.:

**JEŻELI a jest A1 ORAZ b jest B1 TO c jest C1**

**JEŻELI a jest A2 ORAZ b jest B2 TO c jest C2**

gdzie: a, b, c są zmiennymi lingwistycznymi, natomiast A1, A2, B1, B2, C1, C2 są podzbiórmi rozmytymi. Istotną cechą odróżniającą reguły rozmyte od klasycznych reguł JEŻELI-TO jest wykorzystanie zmiennych opisujących zbiory rozmyte, występowanie mechanizmu opisującego stopień przynależności elementu do zbioru oraz wykorzystanie operacji na zbiorach rozmytych.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat przetwarzania danych z wykorzystaniem wnioskowania rozmytego. W systemie tym realizowane są następujące operacje [Czyżewski, 2001, s. 289]:

- przetwarzanie wstępne, przetwarzanie końcowe,
- fuzyfikacja,
- interpretacja reguł rozmytych,
- defuzyfikacja.

Jedną z głównych wad modeli parametrycznych (np. analizy dyskryminacyjnej) oraz nieparametrycznych (np. sztucznych sieci neuronowych) prognozowania upadłości firm są kłopoty z procesem uczenia ich oraz doboru właściwej proporcji bankrutów i niebankrutów w próbie uczącej i testowej. W literaturze słusznie postuluje się, aby w próbie uczącej była zachowana proporcja 50/50, tak, by model był w stanie nauczyć się skutecznie rozpoznawać z odpowiednim wyprzedzeniem w czasie przedsiębiorstwa zagrożone upadłością oraz firmy zdrowe. Takie założenie proporcji firm zdrowych i złych ma jednak swoją poważną wadę. Otóż modele takie charakteryzują się wysoką skutecznością, ale tylko

w przypadku prób testowych składających się ze zbliżoną proporcją bankrutów do niebankrutów. Wiadomo jednak, że w przypadku sytuacji rzeczywistej w gospodarce jest znacznie więcej firm niezagrożonych upadłością niż zagrożonych. Powoduje to zwiększenie błędów II rodzaju, czyli klasyfikowania firm nieupadłych jako upadłe.

Biorąc pod uwagę wspomniane wady modeli parametrycznych i nieparametrycznych, autor postawił sobie za cel opracowanie systemu eksperckiego poprzez wykorzystanie logiki rozmytej. System taki nie wymaga żadnych założeń dotyczących procesu uczenia. Opracowywany jest na podstawie wiedzy i doświadczenia eksperta. Dlatego celem tego artykułu jest weryfikacja skuteczności systemu logiki rozmytej w prognozowaniu upadłości firm na rok, na dwa i na trzy lata wstecz przy testowaniu go na próbie testowej składającej się z 19% firm zagrożonych upadłością oraz 81% firm zdrowych. Dodatkowo autor w procesie prognozowania sytuacji ekonomicznej firm uwzględnił dwie zmienne makroekonomiczne – kurs walutowy PLN/USD oraz dynamikę nakładów inwestycyjnych w aktywa trwałe w Polsce.

### Założenia do badań

**W** badaniach autor wykorzystał dane dotyczące 132 spółek notowanych na GPW w Warszawie, które opublikowały swoje sprawozdania finansowe w Notoria Serwis „Wyniki finansowe spółek giełdowych” za okres między 1998 a 2008 r. W ramach tej populacji spółek akcyjnych wyodrębniono próbę testową składającą się z 25 spółek zagrożonych upadłością oraz 107 spółek o dobrej kondycji finansowej.

Jakość klasyfikacji oceniono na podstawie skuteczności ogólnej modelu, a także błędów I i II rodzaju. I tak, zastosowano następujące formuły:

- błąd I –  $E_1 = D_1/BR \cdot 100\%$ , gdzie  $D_1$  – liczba bankrutów zaklasyfikowanych przez model jako firmy zdrowe, BR – liczba bankrutów w próbie testowej;
- błąd II –  $E_2 = D_2/NBR \cdot 100\%$ , gdzie  $D_2$  – liczba niebankrutów zaklasyfikowanych przez model jako firmy zagrożone upadłością, NBR – liczba niebankrutów w próbie testowej;
- skuteczność ogólna modelu –  $S = \{1 - [(D_1 + D_2) / (BR + NBR)]\} \cdot 100\%$ .

W swoich badaniach autor wykorzystał 14 mierników finansowych. Pełną listę użytych w badaniach zmiennych przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Wskaźniki finansowo-ekonomiczne wykorzystane w badaniach

Symbol wskaźnika	Rodzaj wskaźnika oraz sposób jego obliczania
<b>WSKAŹNIKI RENTOWNOŚCI</b>	
$ZS/SB = X1$	zysk ze sprzedaży/wartość sumy bilansowej
$ZO/PS = X2$	zysk z działalności operacyjnej/przychody netto ze sprzedaży
<b>WSKAŹNIKI PŁYNNOŚCI FINANSOWEJ</b>	
$AO/ZK = X3$	aktywa obrotowe (bez krótkoterminowych rozliczeń m/o)/zobowiązania krótkoterminowe
$(AO - Z)/ZK = X4$	[aktywa obrotowe (bez krótkoterminowych rozliczeń m/o) - zapasy]/zobowiązania krótkoterminowe
$KP/SB = X5$	kapitał obrotowy/suma bilansowa
<b>WSKAŹNIKI ZADŁUŻENIA</b>	
$ZK/SB = X6$	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
<b>WSKAŹNIK SPRAWNOŚCI</b>	
$KO/ZK = X9$	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
<b>INNE MIERNIKI FINANSOWE</b>	
$\text{Log SB} = X14$	logarytm dziesiętny z aktywów ogółem

Źródło: opracowanie własne.

Autor zastosował dwa podejścia badawcze: w pierwszym wariantcie badań model logiki rozmytej opracowany został przy wykorzystaniu tylko wskaźników ekonomiczno-finansowych badanych firm. W wariantcie drugim dodatkowo sprawdzono wpływ wykorzystania dwóch zmiennych makroekonomicznych Polski (kursu walutowego PLN/USD oraz dynamikę nakładów inwestycyjnych w aktywa trwałe). Ze względu na to, że kurs walutowy odmiennie wpływa na firmy (w zależności od charakteru danego przedsiębiorstwa) autor zdecydował się wykorzystać dynamikę zmiany tego kursu, zakładając, że nagłe i silne zmiany kursu walutowego nie są korzystne dla większości firm.

Opracowany system ekspercki (model logiki rozmytej) składa się z (symbol „V” przy wskaźniku oznacza tempo zmiany wskaźnika pomiędzy badanymi latami):

- (roczne wyprzedzenie czasowe) wariant drugi: X3, X3V, X5, X8, EX (kurs walutowy), IF (nakłady inwestycyjne w aktywa trwałe)
- (dwuletnie wyprzedzenie czasowe) wariant drugi: X1, X3, X3V, X7, EX
- (trzyletnie wyprzedzenie czasowe) wariant pierwszy: X1, X3, X5, X8, X9, X9V.

We wszystkich przypadkach modele oparte zostały na 16 regułach „JEŻELI-TO”.





**Tab. 2. Wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw na rok, na dwa i na trzy lata przed upadłością firmy, na próbie testowej modeli z wariantu pierwszego i drugiego**

CZAS	SKUTECZNOŚĆ	Modele logiki rozmytej	
		Wariant pierwszy	Wariant drugi
1 rok	E1	16% (4)	20% (5)
	E2	26,16% (28)	17,75% (19)
	S	<b>75,75%</b>	<b>81,81%</b>
2 lata	E1	16% (4)	8% (2)
	E2	8,41% (9)	14,95% (16)
	S	<b>90,15%</b>	<b>86,36%</b>
3 lata	E1	28% (7)	Przy tak długim okresie wyprzedzenia prognozy wykorzystanie zmiennych makroekonomicznych nie było możliwe
	E2	15,88% (17)	
	S	<b>81,81%</b>	

Źródło: opracowanie własne.

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

Z otrzymanych wyników próby testowej (tabela 2) widać, że w analizie spółek na rok przed ich upadłością wykorzystanie w modelu logiki rozmytej dwóch zmiennych makroekonomicznych znacząco wpłynęło na poprawę skuteczności prognozy. Skuteczność ta zwiększyła się aż o 6,06 punktu procentowego – z 75,75% w wariantcie pierwszym do 81,81% w wariantcie drugim.

W analizie spółek na dwa lata wstecz można zauważyć, że chociaż model logiki rozmytej oparty tylko na wskaźnikach finansowo-ekonomicznych firm (wariant pierwszy) charakteryzował się wyższą skutecznością (90,15%) od modelu z wariantu drugiego (86,36%), to wykorzystanie zmiennych makroekonomicznych miało pozytywny wpływ na jakość prognozy. Otóż warto zauważyć, że model ten popełnił o połowę mniej błędów I typu (16% vs 8%), czyli błędów polegających na zaklasyfikowaniu spółek bankrutów jako firm „zdrowych”. Błędy te z punktu widzenia banków, inwestorów itp. są znacznie kosztowniejsze niż błędy II typu, które polegają na zaklasyfikowaniu spółek „zdrowych” jako przedsiębiorstwa zagrożone upadłością.

Na trzy lata wstecz użycie zmiennych makroekonomicznych nie było możliwe. Może to być wytłumaczone zbyt długim okresem prognozy. Z kolei model logiki rozmytej z wariantu pierwszego charakteryzował się bardzo dobrą skutecznością – 81,81%, jak na tak długi okres wyprzedzenia.

### **Wnioski**

Przeprowadzone przez autora badania wykazały, że warto opracowywać modele prognozowania firm przy wykorzystaniu logiki rozmytej. Wszystkie prezentowane w artykule

modele charakteryzują się wysoką skutecznością prognoz (większość modeli uzyskało skuteczności pomiędzy 81% i 90%). Wnioski z tych badań mogą być wykorzystane również w innych europejskich firmach. Model logiki rozmytej pozwala prognozować upadłość firm przy użyciu nie tylko wskaźników finansowych, które w przypadku modeli parametrycznych muszą mieć rozkład normalny. Taki system ekspercki otwiera szerokie możliwości wykorzystania różnych zmiennych, które mogą zwiększyć skuteczność prognoz upadłości. Dodatkowo model logiki rozmytej pozwala swobodnie modyfikować strukturę modelu (kryteria, funkcje przynależności, używane zmienne itp.). Badania te są pierwszą próbą wykorzystania logiki rozmytej do przewidywania upadłości przedsiębiorstw w Polsce i jedną z pierwszych na świecie. Otrzymane wyniki są dowodem dużego potencjału tej metody.

dr inż. Tomasz Korol  
Wydział Zarządzania i Ekonomii  
Politechniki Gdańskiej

### **BIBLIOGRAFIA**

- [1] AZIZ M.A., DAR H.A., *Predicting Corporate Bankruptcy: Wither do We Stand?*, Department of Economics, Loughborough University, Wielka Brytania, 2004, <http://gnu.univ.gda.pl/~eefs/pap/aziz.doc>.
- [2] BHATTACHARJEE A., HIGHSON C., HOLLY S., KAT-TUMAN P., *Macroeconomic Instability and Business Exit-determinants of Failures and Acquisition of Large UK Firms*, Applied Economics Department Working Paper 2002/6, Cambridge University.
- [3] BLOMMSTEIN H.J., *The Changing Nature of Risk and the Challenges to Sound Risk Management in the New Global Financial Landscape*, Financial Market Trends, March 2000.
- [4] CZYŻEWSKI A., *Dźwięk cyfrowy. Wybrane zagadnienia teoretyczne, technologia, zastosowania*, EXIT, Warszawa 2001.
- [5] KOROL T., PRUSAK B., *Upadłość przedsiębiorstw a wykorzystanie sztucznej inteligencji*, monografia, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2005.
- [6] MICHALUK K., *Identyfikacja sygnałów zagrożenia bankructwem*, Materiały Konferencyjne, IV Zachodniopomorskie Forum Finanse '99.
- [7] PERZ P., ZNAMIROWSKI P., *Zarządzanie ryzykiem walutowym w przedsiębiorstwach*, „Rynek Terminowy” nr 22/2003.
- [8] SMITHSON C.W., *Managing Financial Risk, A Guide to Derivative Products, Financial Engineering and Value Maximization*, McGraw-Hill 1998.

### **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.