

Agnieszka Bartkiewicz, Jacek Korniak

Politechnika Opolska

ZASTOSOWANIE LOGIKI ROZMYTEJ DO POPRAWY EFEKTYWNOŚCI METOD WYBORU STRATEGII PŁYNNOŚCI FINANSOWEJ PRZEDSIĘBIORSTW

1. Wstęp

Kwestie dotyczące zachowań strategicznych przedsiębiorstw można zaliczyć do grupy najważniejszych w ramach nauk o zarządzaniu. Dotyczy to zarówno nurtu rozważań teoretycznych, normatywnych, jak i badań empirycznych [Godziszewski 2001, s. 13]. Należy podkreślić, że tak żywe zainteresowanie ze strony zarówno teoretyków, jak i praktyków zarządzania problematyką zachowań strategicznych wynika ze wzrastającej świadomości roli, jaką dobra strategia może odegrać w zapewnieniu firmie sukcesu rynkowego i finansowego. W rozbudowanym systemie strategii przedsiębiorstwa, istotną rolę odgrywa strategia płynności finansowej. Sytuacja w tym obszarze niejednokrotnie decyduje o przetrwaniu firmy na rynku, dlatego też ważne jest poszukiwanie optymalnych rozwiązań strategicznych w tym zakresie. Chodzi tu oczywiście o rozwiązania możliwe do zastosowania w konkretnej rzeczywistości gospodarczej. Warto zauważyć, że wybór strategii płynności finansowej dokonywany jest przez polskie przedsiębiorstwa w warunkach znacznych ograniczeń. Ograniczenia te pojawiają się na poziomie każdej z trzech strategii cząstkowych, które składają się na całkowitą strategię płynności finansowej. Ponadto próba rekomendacji najlepszej w danych warunkach strategii płynności finansowej musi uwzględniać zróżnicowanie branżowe przedsiębiorstw. Specyfika branży bowiem stanowi element w znacznym stopniu determinujący kształtowanie się sytuacji firmy w obszarze płynności finansowej.

2. Metoda wyznaczania strategii płynności finansowej

Na całkowitą strategię płynności finansowej składają się trzy strategie cząstkowe:

- strategia inwestowania w aktywa obrotowe,
- strategia finansowania aktywów obrotowych,
- strategia majątkowo-finansowa.

Wyznaczanie strategii cząstkowych odbywa się za pomocą metody benchmarkingu. Oznacza to, że wskaźniki, na bazie których określa się strategię w konkretnym przedsiębiorstwie, są porównywane z analogicznie skonstruowanymi wskaźnikami obliczonymi dla branży lub najsilniejszego konkurenta (sposób wyznaczania strategii cząstkowych zaprezentowano w [Wędzki 2003, s. 138-163]). Należy podkreślić, że w procesie wyznaczania strategii nie można mówić o istnieniu jakichkolwiek normatywów. Cząstkowe strategie płynności finansowej mają charakter dynamiczny, co oznacza, że ewoluują wraz ze zmianami zachodzącymi w otoczeniu przedsiębiorstwa. Z tej też przyczyny należy dokonywać porównań uzyskiwanych wskaźników z benchmarkami, przy uwzględnieniu ich czasowego i branżowego zróżnicowania. Należy zatem brać pod uwagę benchmarki ustalane dla poszczególnych okresów objętych analizą, oraz wyspecyfikowane dla konkretnych branż.

Tabela 1. Wskaźniki określające cząstkowe strategie płynności finansowej

	Strategia aktywów obrotowych		Strategia finansowania aktywów obrotowych		Strategia majątkowo-finansowa	
Wskaźnik	W1	W2	W1	W2	W1	W2
Konstrukcja wskaźnika	AO/MO	IK/MO	(ZD + ZW) / ZB	ZB/A	MO/A	(ZD + ZW) / A
Wersja uproszczona wskaźnika			Z/ZB			Z/A

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wędzki 2003].

Wyróżnione w tab. 1 wskaźniki oznaczają kolejno:

- W1 – wskaźnik poziomu aktywów operacyjnych,
 AO – aktywa operacyjne (rzeczowe aktywa trwałe + wartości niematerialne i prawne),
 MO – aktywa obrotowe,
 W2 – wskaźnik płynności aktywów obrotowych,
 IK – inwestycje krótkoterminowe,
 W1 – wskaźnik poziomu operacyjnych zobowiązań bieżących,
 ZD – zobowiązania z tytułu dostaw i usług,
 ZW – zobowiązania wekslowe,

- ZB – zobowiązania bieżące,
- W2 – wskaźnik płynności zobowiązań bieżących,
- A – aktywa ogółem,
- Z – zapasy,
- W1 – wskaźnik aktywów obrotowych,
- W2 – wskaźnik operacyjnych zobowiązań bieżących.

Poszczególne strategie cząstkowe wyznacza się, stosując poniższe reguły (tab. 2).

Tabela 2. Reguły wyznaczania cząstkowych strategii płynności finansowej

Reguła	Strategia aktywów obrotowych		Strategia finansowania aktywów obrotowych		Strategia majątkowo-finansowa	
Agresywna	W1>BM	W2<BM	W1<BM	W2>BM	W1>BM	W2<BM
Konserwatywna	W1<BM	W2>BM	W1>BM	W2<BM	W1<BM	W2>BM
Umiarkowana	W1<BM	W2<BM	W1>BM	W2>BM	W1<BM	W2<BM
Umiarkowana	W1>BM	W2>BM	W1<BM	W2<BM	W1>BM	W2>BM

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wędzki 2003].

Ze względu na to, że granice wyznaczające poszczególne warianty strategiczne mają charakter nieostry, zasadne staje się wykorzystanie logiki rozmytej do analizy omawianej problematyki.

3. Podstawy teorii zbiorów rozmytych

Pojęcie zbioru rozmytego stworzyło teorię pozwalającą opisywać zjawiska o charakterze nieprecyzyjnym i wieloznacznym, których nie potrafiła ująć klasyczna teoria zbiorów oraz logika dwuwartościowa. Warto podkreślić ogromną potrzebę istnienia takiej teorii, uświadamiając sobie fakt, że człowiek na ogół nie posługuje się pojęciami ostrymi (ilościowymi), lecz używa określeń typu „wysokie ciśnienie”, „niska temperatura”, „wielkie miasto”, „duża dziewczynka”, „mało pieniędzy” itp. Należą one do kategorii pojęć rozmytych. Człowiek również rozumuje w sposób rozmyty. Można stwierdzić, że rozwój logiki rozmytej jest inspirowany biologicznie, systemy rozmyte bowiem próbują naśladować sposób postrzegania i rozumowania, w jaki czynią to ludzie [Duch i in. 2000, s. 735].

Według koncepcji zbiorów rozmytych¹ pojęcie podzbioru rozmytego stanowi uogólnienie pojęcia zbioru zwykłego lub nierozmytego. Dlatego też, aby lepiej zrozumieć pojęcie zbioru rozmytego, warto najpierw zdefiniować zbiór nierozmyty.

Niech będzie dana przestrzeń X i jej podzbiór S . Funkcja charakterystyczna związana z S jest odwzorowaniem

$$\mu_s : X \rightarrow \{0, 1\},$$

¹ Autorem teorii zbiorów rozmytych jest L.A. Zadeh.

takim że dla każdego elementu przestrzeni X , wartość funkcji charakterystycznej $\mu_S(x) = 1$, jeżeli x należy do S i $\mu_S(x) = 0$, jeżeli do S nie należy [Yager, Filev 1995, s. 13-14].

Natomiast poniżej przedstawiono definicyjne ujęcie podzbioru rozmytego. Niech X będzie przestrzenią. Podzbiór rozmyty ze zbioru X jest związany funkcją charakterystyczną

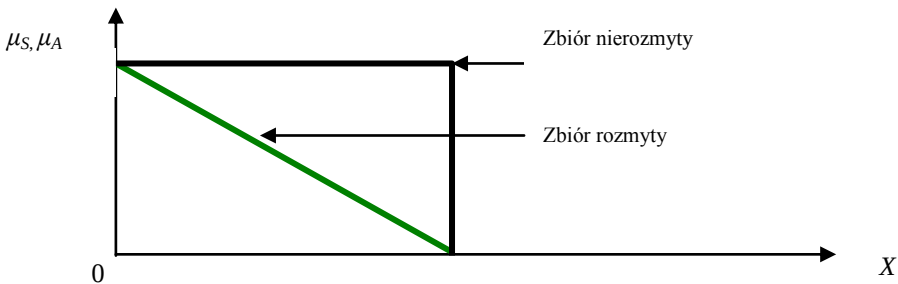
$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1].$$

W teorii zbiorów rozmytych funkcja charakterystyczna jest na ogół nazywana funkcją przynależności związanych z podzbiorem rozmytym A . To nazewnictwo podkreśla fakt, że dla każdego x wartość funkcji charakterystycznej $\mu_A(x)$ wyraża, w jakim stopniu x należy do zbioru A [Yager, Filev 1995, s. 14].

Wyróżnia się trzy przypadki odnośnie do wartości funkcji przynależności [Duch i in. 2000, s. 735]:

- $\mu_A(x) = 1$, co oznacza pełną przynależność elementu x do zbioru rozmytego A ,
- $\mu_A(x) = 0$, co oznacza brak przynależności elementu x do zbioru rozmytego A ,
- $0 < \mu_A(x) < 1$, co oznacza częściową przynależność elementu x do zbioru rozmytego A .

Z przytoczonych definicji wynika, że wartość logiczna elementu należącego do zbioru rozmytego może przyjmować wartości z przedziału jednostkowego $I = [0, 1]$, w odróżnieniu od zbioru nierozmytego, dla którego wartość logiczna przyjmuje wartości ze zbioru $\{0, 1\}$, co potwierdza lub wyklucza przynależność danego elementu do zbioru nierozmytego. Graficzne ujęcie pojęć zbioru rozmytego i nierozmytego przedstawia rys. 1.



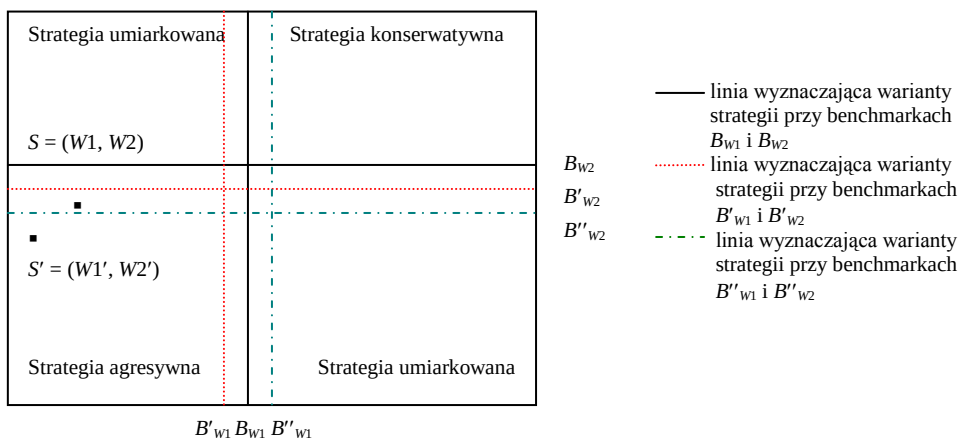
Rys. 1. Funkcja charakterystyczna dla zbioru rozmytego i nierozmytego

Źródło: [Yager, Filev 1995, s. 13-14].

Podzbiory rozmyte są zatem szczególnie użyteczne do reprezentacji pojęć o niesprecyzowanych granicach. Takim pojęciem są strategie płynności finansowej. Wartości krańcowe przedziałów, w których mieszczą się poszczególne warianty strategii, wyznaczane są, jak już zaznaczono, przez tzw. benchmarki. Ze względu na to, że

nie mają one charakteru stałej, przynależność realizowanej strategii do danego typu strategii jest niepewna.

Z rys. 2 wynika, że strategia S wyznaczona przez punkty o wartościach $W1$ i $W2$, wobec benchmarka B_{w1w2} oraz B'_{w1w2} , jest strategią agresywną, podczas gdy w odniesieniu do B''_{w1w2} jest umiarkowana. Natomiast strategia S' wyznaczona przez punkty $W1'$ i $W2'$ jest już zdecydowanie agresywna. Wynika z tego, że granica określająca przedział, dla którego dana strategia przyjmuje określony wariant, staje się nieprecyzyjna (rozmyta).



Rys. 2. Położenie strategii cząstkowej przy różnej wartości benchmarka

Źródło: opracowanie własne.

Koncepcja zbiorów rozmytych znajduje powszechne zastosowanie przy określaniu wartości lingwistycznych analizowanej zmiennej. Zmienne lingwistyczne to takie zmienne, które przyjmują jako swoje wartości słowa lub zdania wypowiedziane w języku naturalnym. Jako przykłady można tu podać stwierdzenia typu „duża prędkość” lub „umiarkowana temperatura”. Stwierdzenia te można sformalizować poprzez podporządkowanie im pewnych zbiorów rozmytych. Należy podkreślić, że zmienne lingwistyczne mogą także przyjmować wartości liczbowe, jak zwykle zmienne matematyczne [Rutkowska 1997, s. 11].

A zatem jeżeli rozpatrywaną zmienną będzie strategia płynności finansowej, to może ona przyjmować wartości lingwistyczne opisane za pomocą etykiet: agresywna, konserwatywna, umiarkowana. Trzeba jednak pamiętać, że posługiwanie się wartościami lingwistycznymi wiąże się z niepewnością co do kształtowania się rzeczywistej (ostrej) wartości zmiennej. Na przykład w przypadku wartości lingwistycznej strategia agresywna możliwymi wartościami badanej zmiennej są różne kombinacje rzeczywistych wskaźników $W1$ i $W2$ (o ostrych wartościach).

Istotnym problemem z punktu widzenia efektywnej metody wyboru strategii płynności finansowej jest przyjęcie odpowiedniej bazy reguł w algorytmie przetwarzania rozmytego. Jej postać w istotny sposób wpływa na charakter podejmowanych decyzji w związku z wyborem odpowiedniej strategii płynności finansowej. W takiej sytuacji zbiór reguł mógłby zostać pozyskany z wiedzy doświadczonego eksperta związanego z dziedziną. Innym rozwiązaniem jest konstrukcja reguł wnioskowania na podstawie szeregu wykonanych badań eksperymentalnych. W takim przypadku podstawą modelu podejmowania decyzji są wyniki numeryczne eksperymentów, określające zarówno reguły wnioskowania, jak i funkcje przynależności [Osowski 1996, s. 281].

4. Podejmowanie decyzji w otoczeniu rozmytym

Teoria zbiorów rozmytych pozwala na podejmowanie decyzji w tzw. otoczeniu rozmytym, które składa się z celów rozmytych, ograniczeń rozmytych i decyzji rozmytej.

Rozważmy pewien zbiór opcji (zwanych również wyborami lub wariantami) oznaczony przez $X_{op} = \{x\}$. Cel rozmyty definiuje się jako zbiór rozmyty G określony w zbiorze opcji X_{op} . Zbiór rozmyty G jest opisany funkcją przynależności $\mu_G : X_{op} \rightarrow [0, 1]$. Ograniczenie rozmyte definiuje się jako zbiór rozmyty C również określony w zbiorze opcji X_{op} . Zbiór rozmyty C jest opisany funkcją przynależności $\mu_C : X_{op} \rightarrow [0, 1]$ [Rutkowski 2005, s. 121].

W związku z powyższym decyzja rozmyta, jednocześnie osiągająca cel rozmyty G i spełniająca ograniczenie rozmyte C , jest zbiorem rozmytym powstałym w wyniku przecięcia celu rozmytego i ograniczenia rozmytego:

$$D = G \cap C,$$

przy czym:

$$\mu_D(x) = T\{\mu_G(x), \mu_C(x)\},$$

gdzie: T – reguła typy minimum określona w sposób następujący:

$$\mu_{G \rightarrow C}(x) = \mu_D(x) = \mu_G(x) \wedge \mu_C(x) = \min[\mu_G(x), \mu_C(x)].$$

Rozważanie to można uogólnić na przypadek wielu celów i ograniczeń. Dla $n > 1$ celów rozmytych, $G_1, \dots, G_n$, i $m > 1$ ograniczeń rozmytych, $C_1, \dots, C_m$, decyzję rozmytą wyznacza się w sposób następujący:

$$D = G_1 \cap \dots \cap G_n \cap C_1 \cap \dots \cap C_m,$$

przy czym:

$$\mu_D(x) = T\{\mu_{G_1}(x), \dots, \mu_{G_n}(x), \mu_{C_1}(x), \dots, \mu_{C_m}(x)\},$$

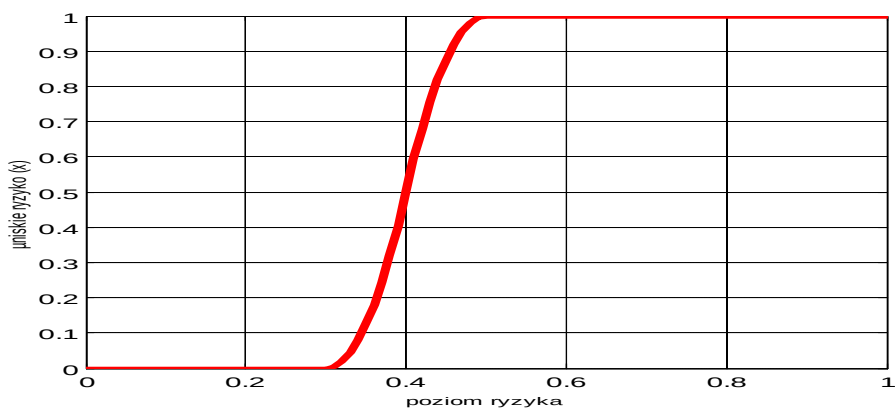
Decyzją maksymalizującą jest opcja x^* należąca do zbioru X , taka że:

$$\mu_D(x^*) = \max \mu_D(x).$$

Decyzja rozmyta może polegać np. na wyborze najbardziej efektywnej strategii płynności finansowej. Tego rodzaju wybór może zostać dokonany na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych na określonej grupie przedsiębiorstw.

W tej sytuacji zidentyfikowane w toku badań warianty strategiczne tworzą zbiór opcji $X_{op} = \{x_1, x_2, \dots, x_{924}\}$. Jednocześnie istotne jest, aby realizowana strategia generowała niskie ryzyko upadłości przedsiębiorstwa i wiązała się z wysokim poziomem wskaźnika rentowności.

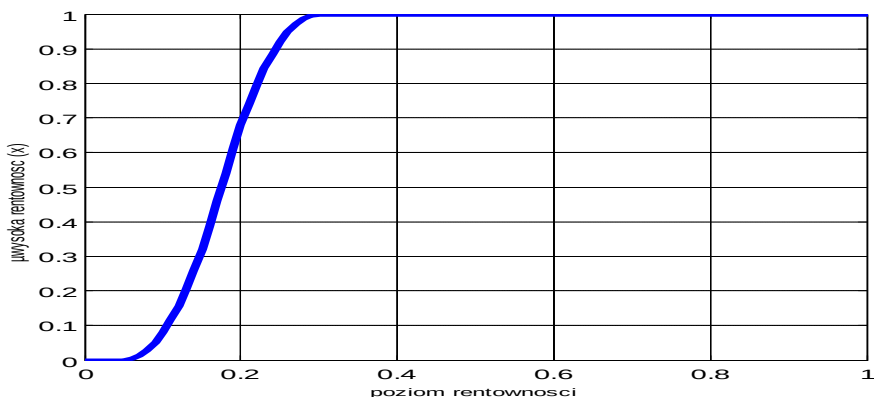
Funkcja przynależności *niskie ryzyko* jest następująca:



Rys. 3. Kształtowanie się funkcji przynależności dla zbioru rozmytego *niskie ryzyko*

Źródło: opracowanie własne.

Natomiast funkcja przynależności zbioru rozmytego *wysoka rentowność* przyjmuje postać:



Rys. 4. Kształtowanie się funkcji przynależności dla zbioru rozmytego *wysoka rentowność*

Źródło: opracowanie własne.

Przedsiębiorstwom, dla których ryzyko przyjmuje wartość większą niż 0,5 porządkowuje się stopień przynależności równy 1. Ten sam stopień przynależności w odniesieniu do zbioru rozmytego *wysoka rentowność* przypisuje się przedsiębiorstwom, dla których rentowność przekroczyła wartość 0,3.

W tab. 3 podano wartości ryzyka i rentowności dla 24 przykładowych firm i odpowiadające im stopnie przynależności.

Tabela 3. Wartości ryzyka upadłości i rentowności oraz stopnie przynależności do zbiorów *niskie ryzyko* oraz *wysoka rentowność* dla przedsiębiorstw realizujących agresywną strategię płynności finansowej

Numer firmy	Poziom ryzyka	Stopień przynależności do zbioru <i>niskie ryzyko</i>	Poziom rentowności	Stopień przynależności do zbioru <i>wysoka rentowność</i>
Firma 1	0,11275	0,0000	0,32816	1,0000
Firma 2	0,05257	0,0000	0,11852	0,1502
Firma 3	0,56491	1,0000	-0,29812	0,0000
Firma 4	0,40124	0,5123	-0,29561	0,0000
Firma 5	0,21983	0,0000	-0,30888	0,0000
Firma 6	0,67111	1,0000	0,04028	0,0000
Firma 7	0,52351	1,0000	-0,20318	0,0000
Firma 8	0,00245	0,0000	0,31275	1,0000
Firma 9	0,08912	0,0000	0,05257	0,0002
Firma 10	0,09971	0,0000	0,05677	0,0015
Firma 11	0,63913	1,0000	-0,09051	0,0000
Firma 12	0,49134	0,9963	0,01555	0,0000
Firma 13	0,00456	0,0000	0,01574	0,0000
Firma 14	0,18231	0,0000	0,00081	0,0000
Firma 15	0,00159	0,0000	0,43793	1,0000
Firma 16	0,63819	1,0000	0,03389	0,0000
Firma 17	0,29413	0,0000	0,02081	0,0000
Firma 18	0,40193	0,5191	0,25321	0,9299
Firma 19	0,58912	1,0000	0,01445	0,0000
Firma 20	0,11921	0,0000	0,31243	1,0000
Firma 21	0,64218	1,0000	0,00391	0,0000
Firma 22	0,65234	1,0000	0,08099	0,0307
Firma 23	0,55781	1,0000	0,00284	0,0000
Firma 24	0,00498	0,0000	0,27384	0,9781

Źródło: obliczenia własne.

Wynikiem tej oceny są zbiory rozmyte G_1 (*niskie ryzyko*) oraz G_2 (*wysoka rentowność*) zdefiniowane na zbiorze $X_{op} = \{x_1, x_2, \dots, x_{24}\}$:

$$\begin{aligned}
G_1 = & \frac{0}{x_1} + \frac{0}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \frac{0,51}{x_4} + \frac{0}{x_5} + \frac{1}{x_6} + \frac{1}{x_7} + \frac{0}{x_8} + \frac{0}{x_8} + \frac{0}{x_{10}} + \frac{1}{x_{11}} + \frac{0,99}{x_{12}} + \\
& + \frac{0}{x_{13}} + \frac{0}{x_{14}} + \frac{0}{x_{15}} + \frac{1}{x_{16}} + \frac{0}{x_{17}} + \frac{0,52}{x_{18}} + \frac{1}{x_{19}} + \frac{0}{x_{20}} + \frac{1}{x_{21}} + \frac{1}{x_{22}} + \frac{1}{x_{23}} + \frac{0}{x_{24}}, \\
G_2 = & \frac{1}{x_1} + \frac{0,15}{x_2} + \frac{0}{x_3} + \frac{0}{x_4} + \frac{0}{x_5} + \frac{0}{x_6} + \frac{0}{x_7} + \frac{1}{x_8} + \frac{0,0002}{x_8} + \frac{0,0015}{x_{10}} + \frac{0}{x_{11}} + \frac{0}{x_{12}} + \\
& + \frac{0}{x_{13}} + \frac{0}{x_{14}} + \frac{0}{x_{15}} + \frac{1}{x_{16}} + \frac{0}{x_{17}} + \frac{0,93}{x_{18}} + \frac{0}{x_{19}} + \frac{1}{x_{20}} + \frac{0}{x_{21}} + \frac{0,03}{x_{22}} + \frac{0}{x_{23}} + \frac{0,98}{x_{24}}.
\end{aligned}$$

Decyzja rozmyta typu minimum ma postać:

$$\begin{aligned}
D = & \frac{0}{x_1} + \frac{0}{x_2} + \frac{0}{x_3} + \frac{0}{x_4} + \frac{0}{x_5} + \frac{0}{x_6} + \frac{0}{x_7} + \frac{0}{x_8} + \frac{0}{x_8} + \frac{0}{x_{10}} + \frac{0}{x_{11}} + \frac{0}{x_{12}} + \\
& + \frac{0}{x_{13}} + \frac{0}{x_{14}} + \frac{0}{x_{15}} + \frac{1}{x_{16}} + \frac{0}{x_{17}} + \frac{0,52}{x_{18}} + \frac{0}{x_{19}} + \frac{0}{x_{20}} + \frac{0}{x_{21}} + \frac{0,03}{x_{22}} + \frac{0}{x_{23}} + \frac{0}{x_{24}}.
\end{aligned}$$

Wariant x_{16} z największym stopniem przynależności jest w tym przypadku najkorzystniejszym rozwiązaniem.

5. Realizacja systemu ekspertowego do celów optymalizacji strategii finansowej

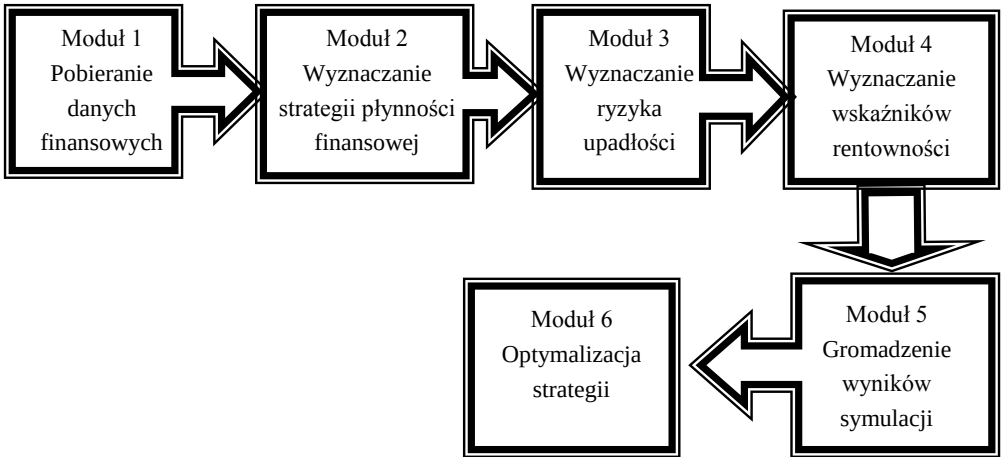
Wykorzystanie metod logiki rozmytej do realizacji systemu ekspertowego (doradczego) w celu optymalizacji strategii płynności finansowej wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi, umożliwiających przetwarzanie wielkości rozmytych (*fuzzy*). W tym przypadku uzasadnione staje się zastosowanie środowiska obliczeniowego *MATLAB/Simulink*, wyposażonego w bibliotekę wyspecjalizowanych funkcji (*Fuzzy Logic Toolbox*) [Mrozek, Mrozek 2004].

W artykule, jako na działanie korzystne, wskazuje się na dekompozycję głównego zadania optymalizacji strategii płynności finansowej na szereg zadań cząstkowych. Osiągnięcie założonego celu optymalizacji ma być w tym przypadku zrealizowane za pomocą schematu modułowego przedstawionego na rys. 5.

Zadaniem modułu 1 jest pobranie odpowiednich danych finansowych pozyskanych ze sprawozdań finansowych badanych przedsiębiorstw. Dane finansowe identyfikuje się na podstawie numeru firmy i roku, a także numeru branży, w jakiej dane przedsiębiorstwo funkcjonuje.

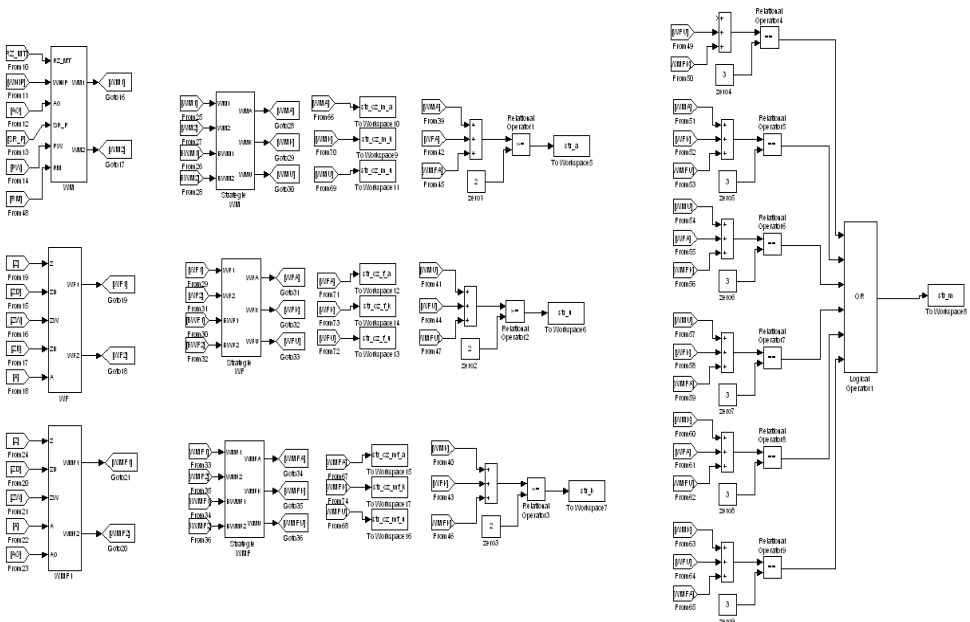
W ramach modułu 2 następuje identyfikacja realizowanych przez analizowaną firmę strategii płynności finansowej (cząstkowych i ogólnej). W efekcie identyfika-

cji otrzymuje się wynik uzyskany z porównania odpowiedniego wskaźnika, określającego daną strategię, z analogicznym wskaźnikiem średniobranżowym.



Rys. 5. Schemat modułowy optymalizacji strategii płynności finansowej

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Realizacja modułu 2. Wyznaczanie strategii płynności finansowej

Źródło: opracowanie własne.

Zadaniem modułu 3 jest wyznaczanie ryzyka upadłości generowanego przez analizowaną firmę. Uzyskany wynik o charakterze ilościowym zostaje przekodowany na zmienną lingwistyczną. Analogiczną funkcję w odniesieniu do rentowności przedsiębiorstwa pełni moduł 4.

Moduł 5 służy gromadzeniu wyników obliczeń uzyskanych dla wszystkich badanych przedsiębiorstw. Opierając się na zbiorczych badaniach w analizowanym obszarze, można zoptymalizować realizowaną strategię płynności finansowej. Temu etapowi odpowiada 6 moduł schematu.

Przykład realizacji w środowisku obliczeniowym *MATLAB/Simulink* jednego z modułów systemu eksperckiego przedstawiono na rys. 6.

6. Podsumowanie

W badaniach prowadzonych nad wariantami strategii płynności finansowej zasadne wydaje się zastosowanie elementów logiki rozmytej. Argumentem przemawiającym za tym rozwiązaniem jest fakt, że nie istnieje wartość liczbową, która definitywnie wskazywałaby granicę między poszczególnymi wariantami strategii. Dynamika rzeczywistości ekonomicznej powoduje nieustanne zmiany w kształtowaniu się wartości benchmarków w poszczególnych okresach badawczych. Istotne znaczenie ma również możliwość lingwistycznego ujęcia poszczególnych wariantów strategii, czyli ujęcie strategii płynności finansowej jako zmiennej jakościowej. Przyjęcie założenia, że strategię płynności charakteryzują się określoną niejednoznacznością, może być zatem przyczynkiem do zastosowania wnioskowania i modelowania rozmytego, którego efektem będzie optymalizacja strategii płynności ze względu na przyjętą funkcję celu, np. minimalizację ryzyka upadłości lub maksymalizację rentowności.

Literatura

- Duch W., Korbicz J., Rutkowski L., Tadeusiewicz L. (red.), *Sieci neuronowe*, t. 6, EXIT, Warszawa 2000.
- Godziszewski B., *Zasobowe uwarunkowania strategii przedsiębiorstwa*, Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń 2001.
- Mrozek B., Mrozek Z., *Matlab i simulink*, Helion, Gliwice 2004.
- Osowski S., *Sieci neuronowe w ujęciu algebraicznym*, WNT, Warszawa 1996.
- Rutkowska D., *Inteligentne systemy obliczeniowe. Algorytmy genetyczne i sieci neuronowe w systemach rozmytych*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1997.
- Rutkowski L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, PWN, Warszawa 2005.
- Wędzki D., *Strategie płynności finansowej przedsiębiorstwa. Przepływy pieniężne a wartość dla właścicieli*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- Yager R.R., Filev D.P., *Podstawy modelowania i sterowania rozmytego*, WNT, Warszawa 1995.

FUZZY LOGIC APPLICATION TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF THE METHODS OF CHOICE OF THE FINANCIAL LIQUIDITY STRATEGY

Summary

The automated process of financial management decisions is very difficult because of complexity of factors influencing the effectiveness in this area. But it doesn't mean that some degree of automation is not desirable for realization of decision process more efficiently. The application of some norms, patterns and concrete solutions links the possibility of reduction of time and limitation of some actions in the range of extended economic and financial analysis. In this article the authors have applied elements of fuzzy logic to optimize the choice method of the financial liquidity strategy.