

Leonard Rozenberg

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

**WYKORZYSTANIE PODEJŚCIA ROZMYTEGO
DO KONSTRUKCJI WSKAŹNIKÓW
OCENY STANU PRZEDSIĘBIORSTWA**

Streszczenie: W artykule prezentowana jest koncepcja oryginalnego podejścia do problematyki bieżącej oceny stanu przedsiębiorstwa, oparta na koncepcji zbliżonej do austriackiej szkoły ekonomicznej, uzupełnionej o podejście rozmyte. Przedstawione zostały zagadnienia analizy stanu struktury gospodarczej, propozycja podejścia do rozwiązania problemu, jak też dyskusja i wstępna weryfikacja takiego podejścia.

Słowa kluczowe: analiza wskaźnikowa, podejście rozmyte, racjonalizacja, modelowanie, symulacja.

DOI: 10.15611/ie.2014.1.30

1. Wstęp

Konsekwencją światowego kryzysu ostatnich lat jest powszechny kryzys zaufania. Zachwiane zostało zaufanie między instytucjami finansowymi a ich klientami, zasady etyki prowadzenia biznesu, zaufanie do rynków jako podstawowych narzędzi wolnej gospodarki. Niewielu przedsiębiorców uważa, że biznes bez zasad etycznych jest mało skuteczny, choć warto zauważyć, że afery, skandale i tzw. złe zachowania w gospodarce są raczej wyjątkiem niż regułą, a zdecydowana większość transakcji dokonywana jest z zachowaniem uczciwości po stronie firm oraz klientów.

Do oceny stanu finansowego przedsiębiorstwa niezbędne jest instrumentarium analizy wskaźnikowej. Podstawową wadą i utrudnieniem w korzystaniu z tego podejścia jest głównie mnogość wskaźników. W użyciu jest co najmniej 100 wskaźników, ale ogólnie przyjmuje się, że możliwych do wyznaczenia jest około 400. Jeśli dodać do tego, że dla większości tych wskaźników nie ma możliwości określenia prawidłowego zakresu czy przedstawienia szerszej rozumianego wzorca (*benchmarku*), to okaże się, że klasyczna analiza wskaźnikowa nie jest narzędziem skutecznym ani wiarygodnym. Na dodatek większość obserwowanych podejść spro-

wadza się do analizy „parascoringowej”, polegającej na stwierdzeniu, że wskaźnik ma wartość, jaką powinien mieć, bez wnikania w istotę problemu, co ta wartość oznacza. Jako przykład podać można, że celem badania rentowności firmy nie jest potwierdzenie, że wskaźnik naszego przedsiębiorstwa jest lepszy od nas samych w przeszłości lub innych firm, lecz to, czy obecna i przyszła rentowność zapewni (przy akceptowalnym poziomie ryzyka) dalsze finansowanie przedsiębiorstwa i jego konkurencyjność na rynku.

Problemem najistotniejszym jest więc zaproponowanie takich metod i narzędzi, aby możliwa stała się możliwie obiektywna ocena stanu przedsiębiorstwa, co zresztą stanowi podstawowy cel tego tekstu. Zaproponowana tu metoda rozmycia wskaźników zapewnia obróbkę wyników wyłącznie za pomocą algorytmu komputerowego, bez udziału człowieka, czyli prowadzi do pełnej obiektywizacji całego procesu.

Przedsiębiorstwo jest przykładem obiektu rzeczywistego, który charakteryzuje się cechami o różnorodnej naturze, którymi można obiekt ten opisać. Duża liczba niemierzalnych zakłóceń i nieznanych zależności w otoczeniu przedsiębiorstwa komplikuje próby charakteryzowania jego stanu tradycyjnymi metodami. Od lat naukowcy usiłują na podstawie m.in. sprawozdań finansowych określić szanse rozwojowe i przewidzieć ewentualne bankructwo. Problem ten szczególnie ostro wystąpił w latach 20. i 30. XX wieku na skutek światowego kryzysu gospodarczego. Od tego momentu trwają poszukiwania metody, która pozwoliłaby obiektywnie ocenić bieżącą kondycję przedsiębiorstwa i przewidywać jego stan w przyszłości.

2. Agregacja i automatyzacja metod oceny stanu przedsiębiorstwa

Gdyby dało się dowieść, które ze wskaźników należy brać pod uwagę przy obiektywizacji oceny stanu przedsiębiorstwa, to wartość takiej analizy byłoby ogromna. Niestety, nikt dotąd nie przedstawił takiej analizy, co wynika z faktu, że bazy odniesienia (czy bazy wiedzy) konstruowane są w oparciu o dane historyczne i opinie ekspertów, a to – w powiązaniu z oczywistą niestacjonarnością procesów gospodarczych – uniemożliwia przeprowadzenie takiego dowodu. Pamiętajmy, że analiza wskaźnikowa „produkuje” ogromną liczbę wskaźników, których skuteczna analiza jest w praktyce niemożliwa.

Relatywnie najlepiej rozwiniętym obszarem badań analitycznym jest prognozowanie upadłości przedsiębiorstwa. Ocena tego zjawiska jako ocena kondycji przedsiębiorstwa prowadzona jest od lat, ale za „flagową pracę” uznaje się dzieło E. Altmana [1968]. Przez wiele lat większość badań poświęconych prognozowaniu upadłości opierało się na modyfikacji procedury zastosowanej przez Altmana, polegającej na analizie porównawczej zbiorów wskaźników przedsiębiorstw właściwie działających i upadłych. Ponieważ jest to przypadek problemu dychotomicznego, wystarcza zastosowanie prostej metody LDA i wygenerowanie funkcji dyskryminującej, pozwalającej z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, czy przedsiębiorstwo jest zagrożone upadkiem, czy nie.

Obecnie próbuje się prognozować zagrożenie upadłością nowoczesnymi metodami, wykorzystującymi inżynierię wiedzy wspartą techniką obliczeniową. I tak znane są próby prognozowania zagrożenia przy użyciu analizy logitowej (21,3% wszystkich istniejących modeli) oraz przy użyciu sieci neuronowych (9% wszystkich modeli). Przykładem modelu opartego na dwustanowej funkcji logitowej może być m.in. opracowany w 2005 r. na podstawie 1198 sprawozdań z przedsiębiorstw polskich za okres 1996-2001 (w tym 624 upadłych), bazujący na 4 wskaźnikach model Stępnia i Strąka [Stępień, Strąk 2004] czy też model Ciesielskiego z 2005 r., który powstał na podstawie odpowiednio 60/60 przykładów polskich przedsiębiorstw [Korol, Prusak 2005].

Z kolei jednym z najbardziej znanych zastosowań sieci neuronowych wykorzystywanych do prognozowania upadłości jest sieć z jedną warstwą ukrytą opracowana przez L. Wilsona i R. Shardę z wykorzystaniem wskaźników finansowych Altmana [Wilson, Sharda 1994]. Próba badawcza obejmowała 129 przedsiębiorstw amerykańskich (w tym 65 upadłych). Uzyskuje ona wysoką poprawność klasyfikacji, która zawiera się w przedziale od 47% do 97,5%¹, w zależności od zastosowanych proporcji bankrutów i niebankrutów w próbie uczącej i testującej. Innymi przykładami może być sieć H. Koh i S. Tan, która wykorzystuje 6 wskaźników, czy rozwiązania B. Backa opracowane dla fińskich przedsiębiorstw: 38 bankrutów i 38 niebankrutów [Korol, Prusak 2005].

W warunkach polskich także prowadzi się badania nad możliwością zastosowania sieci neuronowych, a opracowany przez K. Michaluka zero-jedynkowy model sieci neuronowej z jedną warstwą ukrytą powstał na bazie 258 sprawozdań firm polskich (w tym 79 bankrutów) i wykorzystuje 12 wskaźników finansowych. Poprawność klasyfikacji waha się tu od 78,6% do 97,2%, w zależności od przyjętych proporcji bankrut/niebankrut w próbach uczących i testujących [Jagiello 2013].

Przedstawione podejścia mają z pewnością wady, wynikające ze sposobu ich konstrukcji. Struktura próby badawczej wymaga odwołania się do danych o spółkach istniejących oraz bankrutach. Ta druga kategoria identyfikowana jest na podstawie oficjalnego zgłoszenia upadłości, co skutkuje oficjalną likwidacją firmy (likwidacji podlegają również firmy w dobrej kondycji finansowej). W rzeczywistości upadłość – w sensie gospodarczym – to brak możliwości kontynuacji działania firmy bez pomocy z zewnątrz. Sytuacja taka nie zawsze powoduje upadłość w sensie prawnym. Nierzadko sądowe orzeczenie o likwidacji nie jest orzekane z uwagi na niemożność spełnienia wszystkich niezbędnych warunków albo występuje sytuacja odwrotna: ogłaszana jest upadłość, pomimo braku jej ekonomicznych przesłanek. Sytuację pogarsza dodatkowo odmiennosc postanowień prawnych w tej kwestii w poszczególnych krajach. Liczebność i sposób konstruowania prób badawczych także powoduje pewne zafałszowania wyników.

¹ Pamiętać należy jednak, że w takim przypadku zależy nam na poprawności klasyfikacji znacznie powyżej 50%, gdyż taką skuteczność daje zwykły rzut monetą.

3. Ocena bieżącego stanu przedsiębiorstwa

Z powodów podanych wyżej, wiele prowadzonych obecnie prac ukierunkowanych jest z jednej strony na automatyzację standardowej analizy wskaźnikowej, z drugiej zaś na poszukiwanie mniejszej liczby zagregowanych wskaźników analitycznych, które pozwolą na prostszą analizę. Tutaj bardzo dobrą metodą jest wykorzystanie ratingu międzynarodowego lub ratingu austriackiego. Są to złożone algorytmy obliczeniowe, ale nie na tyle, aby nie dało się ich oprogramować i wykorzystać w praktyce.

Podejście to pozwala uzyskać dość precyzyjną statyczną ocenę bieżącego stanu przedsiębiorstwa, a podstawowym efektem takiego podejścia jest bardzo duża obiektywizacja oceny. Z oceną dynamiczną jest jednak inaczej i właściwie trudno znaleźć skuteczne, w pełni obiektywne metody dynamicznej oceny przedsiębiorstwa, pomimo że powiększa się baza narzędziowa i baza wiedzy, mogące zostać użyte do rozwiązania tego zadania.

Analiza prowadzonych dotychczas badań nad oceną bieżącego stanu finansowego przedsiębiorstw czy też większych struktur gospodarczych wskazuje na możliwość statycznego lub dynamicznego podejście do tej oceny.

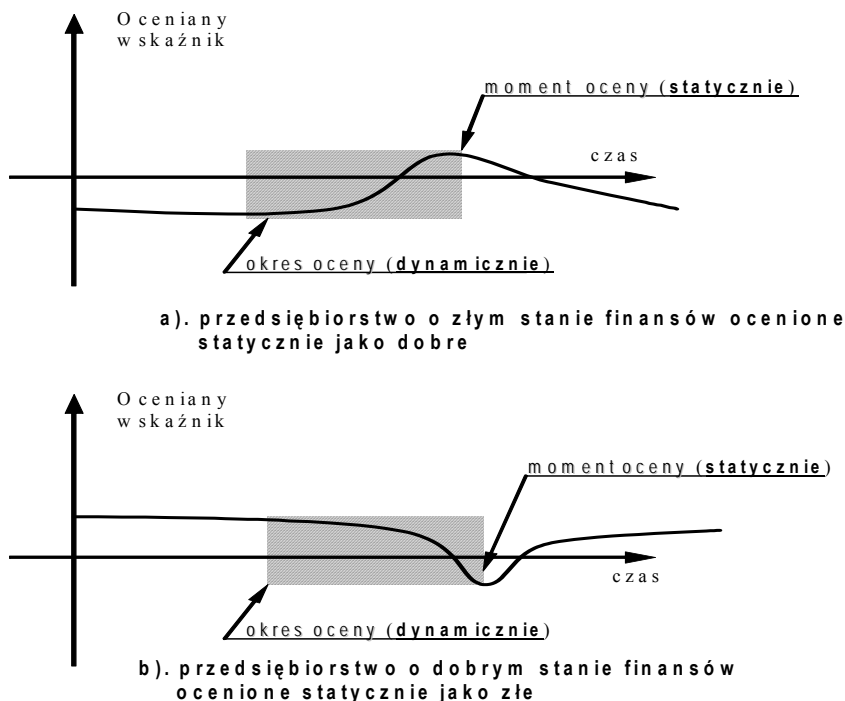
Ocena statyczna dokonywana jest na podstawie wartości finansowych z określonego czasu. Jest jednak oczywiste, że na obecny i przyszły stan przedsiębiorstwa mają wpływ także stany osiągnięte przez nie w przeszłości. Przedsiębiorstwo z natury jest obiektem dynamicznym, a w związku z tym budowa dynamicznego modelu systemu do jego oceny wydaje się naturalna.

Ilustracja różnic pomiędzy statycznym i dynamicznym podejściem do oceny stanu przedsiębiorstwa została schematycznie przedstawiona na rysunku 1. Na rysunku tym zaprezentowano stany dwóch przedsiębiorstw: słabego (o złym stanie finansów) i mocnego (o dobrym stanie finansów).

Przy statycznej ocenie dokonanej w momentach pokazanych na rysunku, przedsiębiorstwa te mogą zostać zaliczone do przeciwnych klas. Przedsiębiorstwo silne, oceniane poprzez wynik jednego, niekorzystnego okresu², może zostać uznane za przedsiębiorstwo słabe, a jeden okres powodzenia może oznaczać odwrotną klasyfikację w przypadku przedsiębiorstwa słabego.

Takiej wady pozbawione jest podejście dynamiczne, uwzględniające zależność wyjścia obiektu, jakim jest stan (obecny i/lub przyszły) przedsiębiorstwa, od szeregu czasowego wartości wejściowych systemu, jakim jest przedsiębiorstwo (dla przykładu: struktury kosztów, struktury majątku, efektywności). Zastosowanie podejścia dynamicznego do problematyki oceny stanu przedsiębiorstwa nie było do tej pory zbyt szeroko stosowane, więc bardzo ostrożnie można założyć, że publikacja niniejsza zawiera rzadką próbę takiego podejścia.

² Może to być typowy przebieg w procesie intensywnego inwestowania.



Rys. 1. Ilustracja statycznego i dynamicznego podejścia do oceny przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne.

Rozwiązując problemy decyzyjne przedsiębiorstwa, musimy zwykle pogodzić wiele celów, co wiąże się z koniecznością wykorzystania podejścia wielokryterialnego przy uwzględnieniu różnej rangi poszczególnych celów częściowych. Rodzi to liczne wątpliwości natury metodologicznej, związane z koniecznością arbitralnego ważenia czy wyboru poszczególnych składowych zintegrowanego kryterium jakości.

Do najbardziej znanych metod wykorzystujących podejście wielowskaźnikowe czy wielokryterialne zaliczyć można: wielokryterialne programowanie liniowe, metody filtracji optymalnej i suboptymalnej, hierarchiczne programowanie celowe, metodę *Electre*, analizę wieloatrybutową, teorię zbiorów przybliżonych czy też bardzo ostatnio modną metodę *AHP*.

Wielość metod nie oznacza wcale, że wszystkie one są równie przydatne do założonych celów. Elementem, który determinuje przydatność metody, jest jej prostota definicyjna oraz łatwość aplikacyjna. Jeśli tak postawimy problem, to zawężymy analizę określania kryteriów jakości do trzech głównych podejść:

1) **podejścia wielokryterialnego**, gdzie wykorzystywaną strukturą funkcji kryterialnej jest postać wskaźnika jakości w postaci sumy ważonej, a co sprowadza się w istocie do stworzenia ważonego wskaźnika-agregatu;

2) **podejścia taksonomicznego**, które jest w istocie inną realizacją uwzględnienia wszystkich wziętych pod uwagę wskaźników cząstkowych, z tym że taksonomia jest metodą, która ogranicza najistotniejszą wadę poprzedniego podejścia, jaką są arbitralne przydziały wag do poszczególnych kryteriów cząstkowych;

3) **podejścia Pareto-optimalnego**, które jest – jak się wydaje – najbardziej obiektywnym rozwiązaniem, gdzie nie występuje problem ważenia poszczególnych kryteriów cząstkowych. Metoda ta opiera się na znalezieniu „punktu pracy” systemu, dla którego każdy określony wskaźnik cząstkowy przyjmuje wartość najlepszą z możliwych.

Niezależnie od tego, jakie podejście wybierzemy, wskaźnik-agregat (ale także budujące ten agregat wskaźniki cząstkowe) powinien spełniać kilka warunków formalnych, aby konkretną metodę agregacji móc uznać za wewnętrznie niesprzeczną i racjonalną. Warunki te można przedstawić jako zestaw przesłanek w poniższej postaci:

1) **przesłanka o nieograniczoności dziedziny** oznacza, że metoda agregacji wskaźników cząstkowych może być stosowana niezależnie od siły³ i innych charakterystyk zbioru obiektów⁴ czy własności macierzy danych empirycznych, ale na dziedzinę wskaźnika agregującego należy nałożyć warunek skończoności zbioru;

2) **przesłanka o „braku wskaźnika dominującego”** musi być brana pod uwagę po to, aby wśród kryteriów cząstkowych nie istniało jedno, dominujące kryterium, takie że wyniki porządkowania zbioru byłyby tożsame z uporządkowaniem tego zbioru ze względu na wartości jednego (w tym przypadku szczególnego) kryterium cząstkowego;

3) **warunek o dominacji** wskazuje, że w sytuacji gdy jedno z przedsiębiorstw nie jest gorsze od drugiego pod względem każdego z kryteriów cząstkowych i jednocześnie jest lepsze pod względem co najmniej jednego z tych kryteriów, to wtedy pierwsze z tych przedsiębiorstw musi uzyskiwać wyższą wartość agregatu;

4) **założenie o niezawisłości** oznacza brak ograniczeń nakładanych na ostateczne wyniki porządkowania;

5) **przesłanka pozytywnego wpływu wartości kryteriów cząstkowych** (poszczególnych cech oceniających, szczególnie przydatna przy podejściu taksonomicznym) na wyniki porządkowania stanowi, że relacja większości, ze względu na wartości syntetycznej miary rozwoju, musi być niezmiennicza wobec dowolnych przekształceń macierzy danych empirycznych, przy których obiekt o wyższej pierwotnej wartości syntetycznej miary (stanu bądź rozwoju) nie zmniejsza swej przewagi nad innym obiektem;

6) **zasada odwracalności uporządkowania** powoduje, że uporządkowanie dowolnej pary przedsiębiorstw uzyskane dla określonej relacji między ich opisem

³ Siła rozumiana jest tutaj jako liczebność zbioru wskaźników.

⁴ Obiektem jest tu kryterium cząstkowe; w naszym przypadku może to być pojedynczy wskaźnik, np. współczynnik zyskowności.

wskaźnikowym było odwrotne do uporządkowania tej samej pary ze względu na relację odwrotną;

7) **konieczność niezależności** prowadzi do tego, że porządkowanie dowolnego podzbioru ze zbioru przedsiębiorstw było niezależne od istnienia pozostałych przedsiębiorstw w danym zbiorze i odwrotności kryteriów cząstkowych dla tych przedsiębiorstw;

8) **przesłanka ograniczenia się do informacji o uporządkowaniu**, z której wynikać ma, że wartości wszystkich kryteriów cząstkowych interpretowane są jako wyniki pomiaru w skali porządkowej, a nie innej – silniejszej.

W proponowanym podejściu istotną rolę odgrywa opis matematyczny przedsiębiorstwa. Jest o tyle ważne, że nie istnieje uniwersalna metoda takiego opisu, która nadaje się do bezpośrednich aplikacji działających w czasie rzeczywistym⁵. Oprócz znanego wykorzystania do oceny jakości struktury gospodarczej przy użyciu metod wielowskaźnikowych, spróbowano przeanalizować wykorzystanie podejścia rozmytego, będącego z natury przydatnym do opisu zjawisk, które nie mogą zostać jednoznacznie i precyzyjnie zdefiniowane.

Takim właśnie niejednoznacznie definiowalnym zjawiskiem jest proces zarządzania i przebiegu zjawisk finansowych w przedsiębiorstwie. Dzieje się tak nie tylko dlatego, że są to procesy w swej istocie losowe (gdyż poddane losowym, niestacjonarnym zakłóceniom zewnętrznym i wewnętrznym), ale także dlatego, że nie sposób ustrzec się ludzkich błędów (a nawet świadomie negatywnego działania) w codzienności zarządzania przedsiębiorstwem.

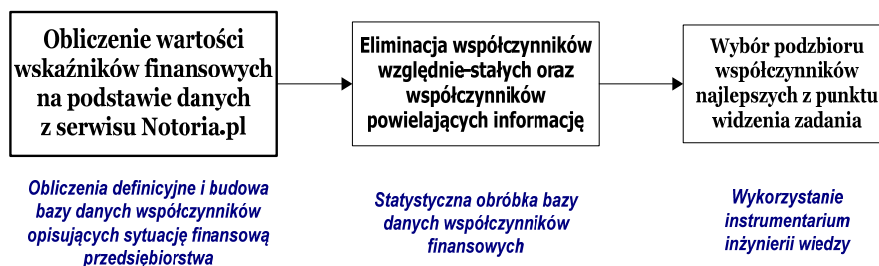
Podejście rozmyte do analizy wskaźnikowej ma również inną, bardzo interesującą zaletę. Daje ono możliwość prostego przejścia z punktowego opisu kryterium oceny (nieciągłego czy kilkuwartościowego), charakterystycznego dla dotychczasowej praktyki np. Credit Scoringu, do opisu w praktyce ciągłego, który znacznie lepiej nadaje się do zastosowania jako kryterium jakości w procedurach racjonalizacji niż podejście kilkuwartościowe. Rozmycie umożliwia więc „uciąglenie” kryterium jakości, co jest podstawowym warunkiem zastosowania go do procedur optymalizacji, czy też zorganizowanego szukania ekstremum funkcji, nawet jeśli funkcja ta nie jest dana w sposób jawny.

Trzeba stwierdzić, że zestaw wielu wskaźników nie jest szczególnie użyteczny dla oceny stanu finansów przedsiębiorstwa, ale ma tę własność, że jest zbiorem w praktyce pełnym. Należy więc przyjąć, że kompletny zbiór wskaźników wskazuje pewne *uniwersum*, z którego poprzez odpowiedni dobór i eliminację dojść należy

⁵ Interesujące możliwości daje system ADONIS, umożliwiający tzw. metamodelowanie (metamodeling). Istotą metamodelowania jest wykorzystanie techniki przepływów pracy (workflows) w przedsiębiorstwie, która polega na automatyzacji procesów biznesowych, w których zarówno zadania (praca), dokumenty, jak i informacje są przekazywane pomiędzy uczestnikami procesu. W takim ujęciu modelowanie procesów i struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa oparte jest na otwartej i elastycznej, obiektowej koncepcji metamodelowania.

do docelowej grupy wskaźników (odpowiednik *reduktu*). Na rysunku 2. pokazano typowe podejście do eliminacji wskaźników.

Efektem przeprowadzenia zakładanej procedury jest uzyskanie zestawu wskaźników o liczbie znacznie mniejszej niż wyjściowy zestaw, czyli lepiej nadającego się do stworzenia zagregowanego wskaźnika oceniającego stan finansów przedsiębiorstwa, niż to ma miejsce przy użyciu pełnego, wyjściowego zestawu współczynników.

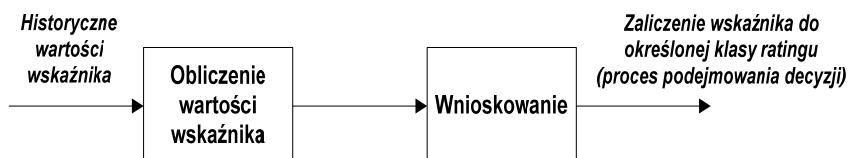


Rys. 2. Schemat procedury redukcji liczby wskaźników opisujących stan przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne.

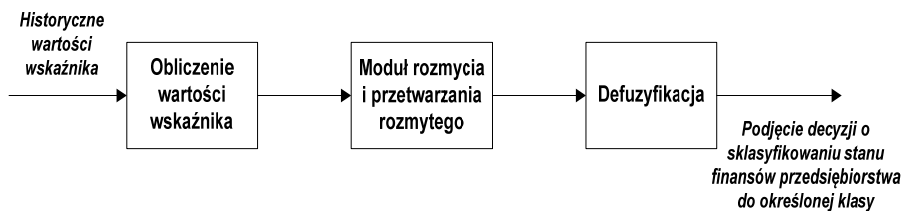
Z kolei klasyczne podejście do oceny stanu finansów przedsiębiorstwa można przedstawić za pomocą rysunku 3. Ilustruje on typowe zachowanie analityka, który po obliczeniu określonego wskaźnika zakwalifikowuje współczynnik ten do określonej klasy (np. im wyższa wartość współczynnika, tym ocena lepsza) i w ten sposób buduje ocenę lingwistyczną przedsiębiorstwa.

Dla interesującej nas tematyki, czyli stworzenia możliwości symulowania i racjonalizacji procesów finansowych w strukturach gospodarczych, rozmycie wskaźnika, który w swej oryginalnej formie składa się z sześciu ostrych wartości, prowadzi do uzyskania wskaźnika *quasi*-ciągłego, a dalej umożliwia zastosowanie do modelu finansowego struktury gospodarczej instrumentów ciągłej symulacji i racjonalizacji, typowych dla procesów optymalizacji zagadnień technicznych, opisywanych przy użyciu ciągłych modeli. Algorytm podejścia rozmytego możemy przedstawić w uproszczeniu tak, jak na rysunku 4.



Rys. 3. Struktura podejścia standardowego (ostrego) do wskaźnika finansowego

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Rozmyty proces klasyfikacji wskaźnika finansowego (według Mamdaniego)⁶

Źródło: opracowanie własne.

Rozmycie informacji oznacza rezygnację z ostrego kryterium przynależności elementu do zbioru, tak jak to ma miejsce w przypadku klasycznej teorii zbiorów, gdzie pewien zbiór definiuje się poprzez wyliczenie elementów do niego należących.

Aby uzyskać zagregowaną postać wskaźnika ratingu, czyli „średnią” przynależności do wszystkich wskaźników, trzeba posłużyć się metodą sumy algebraicznej⁷. Przesłanką jej wyboru są „średnio optymistyczne” rozwiązania.

Poniżej podano przykład użycia proponowanego podejścia do wskaźnika efektywności sprzedaży brutto. Wyniki przyporządkowania poszczególnych klas ratingu (rating 1 – najlepszy, rating 6 – najgorszy) w tym przypadku pokazuje rysunek 5. Wskaźnik ten określono wzorem:

$$\text{wskaźnik rentowności sprzedaży brutto} = \frac{\text{zysk brutto}}{\text{sprzedaż netto}}$$

Poszczególne funkcje przyporządkowania są funkcjami trójkątnymi, a zagregowaną funkcję tego wskaźnika stanowi obwiednia trójkątów składowych.

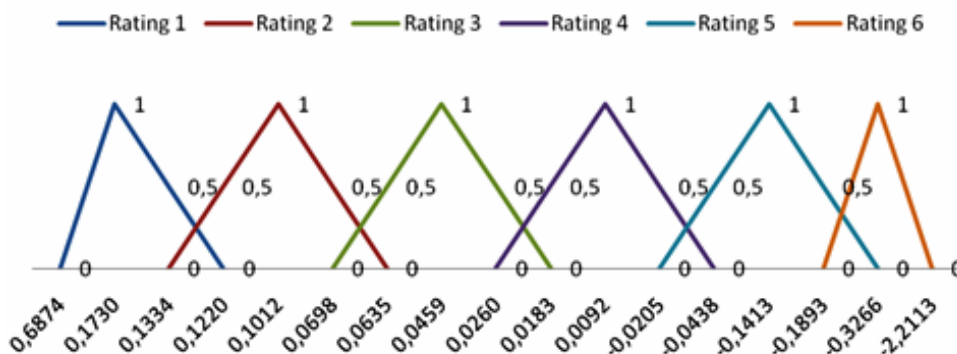
Powstaje pytanie o metodę doboru poszczególnych punktów charakterystycznych wykresu z rysunku 5. Konstrukcja zbioru rozmytego opiera się na następujących wymaganiach:

1. Przyjmując, że jakość reprezentacji danych numerycznych przez zbiór rozmyty **A** może być oceniona na podstawie sumy stopni przynależności, to najlepszą jakość opisać można jako wymóg maksymalizacji przynależności do zbioru liczby elementów spełniających warunek podobieństwa do wzorca zbioru.

⁶ Podejście Mamdaniego opracowane zostało przede wszystkim do zastosowań w zagadnieniach sterowania. Dla przypadku rozwiązywania problemów podejmowania decyzji, gdzie mamy do czynienia z „ludzkim” rozumowaniem, system reguł rozmytych Mamdaniego może być trudny do zastosowania. Czasami do procesu wnioskowania podczas podejmowania decyzji proponowany jest system oparty na metodzie wnioskowania Yagera.

⁷ Nad liczbami rozmytymi można w praktyce dowolnie operować obliczeniowo, w szczególności sumowanie algebraiczne, logiczne etc.

2. Zbiór rozmyty powinien być w miarę „zwarty”, czyli powinien charakteryzować się dobrze określoną semantyką. Oznacza to, że nośnik zbioru⁸ powinien być w miarę „wąski”.



Rys. 5. Rozmyte wartości wskaźnika rentowności sprzedaży brutto

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z firmy Notoria.pl.

Powyższe wymagania mają co prawda charakter przeciwstawny, ale konstrukcja zbioru rozmytego jest możliwa i sprowadza się do typowego zadania optymalizacji z ograniczeniem wynikającym z faktu, że każda ze wspólnych części podzbiorów (trójkątów składowych) musi być niezerowa. Funkcja przynależności zbioru rozmytego może przyjąć postać funkcji trójkątnej lub trapezowej.

4. Zakończenie

W artykule omówiono propozycję ciągłej oceny stanu finansów przedsiębiorstwa poprzez wykorzystanie podejścia rozmytego do poszczególnych wskaźników analitycznych, które stają się następnie składnikami agregatu. W podejściu austriackim i międzynarodowym prowadzi to do uzyskania obiektywnego (w sensie braku udziału człowieka) kryterium oceny stanu finansów przedsiębiorstwa. Jeśli dodać do tego możliwości, jakie daje nowoczesna technika obliczeniowa oraz inżynieria wiedzy, możliwe staje się uzyskanie systemu samonastajania przedsiębiorstwa, którego podstawą jest stworzenie odpowiedniego kryterium jakości. Podejście, które pokazano na przykładzie pojedynczego wskaźnika, zastosowane do agregatów, daje właśnie taką możliwość.

Ciągła ocena stanu przedsiębiorstwa o wiele rzadziej występuje w badaniach naukowych, ze względu na obiektywną trudność w jej przeprowadzeniu, jak też żmudne badania poszczególnych podejść. O wiele łatwiej przygotować metodę

⁸ Nośnik zbioru rozmytego to zbiór elementów, dla których wartość funkcji przynależności jest większa od zera. W przypadku funkcji trójkątnej rdzeń zbioru jest punktem.

oceny zagrożenia bankrutem, mamy tu bowiem do czynienia z klasyfikacją dychotomiczną, a nie z procesem ciągłym. Jednak próby ciągłej oceny stanu finansów przedsiębiorstwa muszą się rozwijać, bo tylko w nich można szukać potencjału zwiększenia efektywności gospodarczej.

Celem zaprezentowanych rozważań było pokazanie metody określania stanu finansowego struktury gospodarczej o naturze komercyjnej. Nie jest zadaniem tego tekstu całościowe opisywanie proponowanego podejścia ani też próba jego adaptacji do struktur o charakterze finansowym (banków i ubezpieczycieli), choć można przypuszczać, że podejście to jest na tyle elastyczne, że może być zastosowane także do tych struktur gospodarczych.

Literatura

- Altman E.I., 1968, *Financial ratios, discriminant analysis, and prediction of corporate bankruptcy*, "Journal of Finance", no. 23.
- Jagiello R., 2013, *Analiza dyskryminacyjna i regresja logistyczna w procesie oceny zdolności kredytowej przedsiębiorstw*, Departament Edukacji i Wydawnictw NBP, Warszawa.
- Jajuga K., Jajuga T., 2006, *Inwestycje*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Korol T., Prusak B., 2005, *Upadłość przedsiębiorstw a wykorzystanie sztucznej inteligencji*, CeDeWu.pl, Warszawa.
- Stępień P., Strąk T., 2004, *Wielowymiarowe modele logitowe oceny zagrożenia bankrutem polskich przedsiębiorstw*, [w:] *Zarządzanie finansami. Finansowanie przedsiębiorstw UE*, t. I, red. D. Zarzecki, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Wilson R.L., Sharda R., 1994, *Bankruptcy prediction using neural networks*, "Decision Support Systems" no. 11, s. 545-557.

USING FUZZY APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF INDICATORS FOR ENTERPRISE STATE EVALUATION

Summary: The paper shows an original approach concept to the problem of determining the current state of company finance, based on a theory similar to the Austrian economic school, supplemented by fuzzy approach. The article presents the analysis offering an original approach to solve the problem as well as a discussion and initial verification of such an approach.

Keywords: ratio analysis, fuzzy approach, rationalization, modelling, simulation.