

Tomasz NAWROCKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Ekonomii i Informatyki
Wyższa Szkoła Bankowości i Finansów w Bielsku-Białej

MODEL ROZMYTY OCENY REZULTATYWNEJ INNOWACYJNOŚCI PRODUKTOWEJ GIEŁDOWYCH SPÓŁEK INFORMATYCZNYCH

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono koncepcję modelu oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej przeznaczoną dla giełdowych spółek informatycznych. Przy jego budowie przyjęto, że źródłami danych o efektach działalności innowacyjnej poszczególnych spółek będą publikowane przez nie raporty roczne i prospekty emisyjne. Celem ustalenia syntetycznej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej wykorzystano teorię zbiorów rozmytych. Biorąc pod uwagę różnorodność proponowanych w literaturze kryteriów oceny oraz złożoność problemu, jakim jest innowacyjność produktowa, umożliwi to uzyskanie bardziej wiarygodnych wyników aniżeli wykorzystanie technik opartych na tradycyjnych metodach matematycznych.

FUZZY MODEL OF RESULTATIVE PRODUCT INNOVATIVENESS ASSESSMENT FOR IT COMPANIES QUOTED ON STOCK EXCHANGE

Summary. This article presents conception of a model of resultative product innovativeness assessment dedicated for IT companies quoted on stock exchange, while in its construction it is assumed that the data sources on innovative activities results of individual companies will be published in their annual reports and prospectuses. In order to determine a synthetic resultative product innovativeness assessments for individual companies there have been used the fuzzy sets theory, which, taking into account the diversity of evaluation criteria proposed in the literature and the complexity of the product innovativeness problem, will make it possible to obtain more reliable results than the use of techniques based on traditional mathematical methods.

1. Wprowadzenie

W otoczeniu przedsiębiorstw, a także w nich samych, zachodzą ciągłe zmiany. Procesy te w ostatnich kilkunastu latach uległy znacznemu przyspieszeniu na skutek globalizacji. W rezultacie na przedsiębiorstwa, instytucje państwowe, środki komunikacji oraz wzorce kulturowe oddziałują silniejsze niż kiedykolwiek wcześniej bodźce wymuszające zmiany¹. Jeśli wprowadzane zmiany mają w sposób twórczy, nowatorski wpłynąć na organizację, muszą przybrać postać innowacji, przy czym zależność między innowacjami i zmianami ma charakter jednostronny, tzn. każda innowacja oznacza zmianę, lecz nie każda zmiana zasługuje na miano innowacji².

Jednym z najczęściej poruszanych w literaturze zagadnień z zakresu innowacji jest problematyka dotycząca innowacji w obszarze produktów, gdyż to właśnie zdolność do ich rozwoju decyduje o długookresowej przewadze konkurencyjnej przedsiębiorstwa, której nie da się utrzymać bez stałego wzbogacania oferty sprzedaży. Szczególnie widoczne jest to w branży informatycznej, w której procesy innowacyjne zachodzą relatywnie najszybciej.

Na przestrzeni ostatnich dekad, wraz ze wzrostem znaczenia innowacyjności dla rozwoju gospodarczego, można zaobserwować dynamiczny rozwój metodologii badań i monitorowania innowacyjności, w tym innowacyjności produktowej. Należy jednakże zauważyć, że pomimo wielu cząstkowych wskaźników i kryteriów oceny innowacyjności, ujętych w różnych metodologiach i stosowanych powszechnie w badaniach empirycznych, można stwierdzić brak ogólnie przyjętej metody umożliwiającej kompleksową ocenę poszczególnych przedsiębiorstw w tym obszarze i – co za tym idzie – ich wzajemne porównanie. Do zasadniczych problemów stojących na przeszkodzie w dokonywaniu takiej oceny można zaliczyć między innymi: złożoność zjawiska innowacyjności oraz fakt, iż zjawisko to może być oceniane w oparciu o kryteria zarówno ilościowe, jak i opisowe.

2. Pojęcie rezultatywnej innowacyjności produktowej oraz ogólna koncepcja jej oceny

W literaturze „innowacyjność” uważana jest za podstawę budowania przewagi konkurencyjnej organizacji oraz jej główną siłę, która powinna być wpisana na trwałe w system zarządzania i kulturę organizacji³.

¹ Świtalski W.: Innowacje i konkurencyjność. Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2005, s. 11.

² Penc J.: Innowacje i zmiany w firmie. Placet, Warszawa 1999, s. 141.

³ Pomykański A.: Zarządzanie innowacjami. PWN, Warszawa-Lódź 2001, s. 18; Francik A.: Sterowanie procesami innowacyjnymi w organizacji. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 2003, s. 68.

Najczęściej pod pojęciem innowacyjności rozumie się „*zdolność organizacji do stałego poszukiwania, wdrażania i upowszechniania innowacji*”⁴. Z wielu innych definicji występujących w literaturze warto także przytoczyć tą sformułowaną przez J. Maciasa, wg którego „*innowacyjność jest pojęciem, które odzwierciedla wyniki (rezultaty) aktywności innowacyjnej przedsiębiorstwa lub grupy przedsiębiorstw w danym czasie*”⁵ oraz E.M. Rogersa, którego zdaniem: „*innowacyjność oznacza skłonność danej jednostki lub organizacji do zastosowania nowych idei wcześniej niż zrobią to inne podmioty*”⁶.

Biorąc pod uwagę prezentowane w literaturze poglądy różnych autorów dotyczące innowacyjności, można zauważyć, że – w odniesieniu do przedsiębiorstw – pojęcie to jest utożsamiane bądź to z ich szeroko rozumianym potencjałem do tworzenia innowacji, bądź też z konkretnymi efektami prowadzonej przez nie działalności innowacyjnej⁷. W związku z powyższym można mówić o **innowacyjności potencjalnej**, która odwołuje się do aktywów⁸ stanowiących o potencjale innowacyjnym przedsiębiorstwa (podejście zasobowe) i wzrostu inwestycji w te aktywa (podejście nakładowe) oraz **innowacyjności rezultatywnej (wynikowej)**, odwołującej się zarówno do ilościowych (liczba innowacji wdrożonych lub wprowadzonych na rynek), jak i jakościowych (stopień nowości, złożoności, czy też zaawansowania technologicznego wdrożonych lub wprowadzonych na rynek innowacji) rezultatów działalności innowacyjnej przedsiębiorstwa.

Warto również podkreślić, że przytoczone wyżej definicje innowacyjności przedsiębiorstw mają charakter ogólny i odnoszą się do różnych przejawów ich działalności innowacyjnej, których efektem końcowym są szeroko rozumiane innowacje. Ograniczając je natomiast tylko i wyłącznie do innowacji produktowych, jako rezultatów działalności innowacyjnej przedsiębiorstw, można mówić o ich **innowacyjności produktowej**.

Z punktu widzenia badania i analizowania zjawisk innowacyjnych zachodzących w przedsiębiorstwach niezmiernie ważne jest określenie sposobu oceny ich innowacyjności, w tym innowacyjności produktowej. Jedną z możliwości w tym zakresie jest podejście koncentrujące się na ocenie tejże innowacyjności na podstawie danych i wskaźników dotyczących konkretnych efektów (ilościowych i jakościowych) działalności innowacyjnej prowadzonej przez przedsiębiorstwa w obszarze produktów. Stąd też podejście to nazwano

⁴ Pomykalski A.: Innowacje. Politechnika Łódzka, Łódź 2001, s. 15.

⁵ Macias J.: Innowacje w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych. „*Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*”, nr 1, 2008, s. 37.

⁶ Rogers E.M.: *Diffusion of innovations*. Free Press, New York 1995, s. 252.

⁷ Rozróżnienie takie występuje również między innymi w statystyce nauki i techniki, gdzie wyróżnia się tzw. statystykę wkładu (*input statistics*) oraz statystykę wpływu i efektu (*impact and output statistics*). Statystyka nauki i techniki zajmuje się ilościowym opisem zjawisk związanych z funkcjonowaniem tzw. systemów nauki i techniki, w tym również zjawisk innowacyjnych. Główny Urząd Statystyczny, Nauka i Technika w 2006 roku, Informacje i Opracowania Statystyczne, Warszawa 2007, s. 27.

⁸ Pod pojęciem aktywów należy tu rozumieć zarówno majątek rzeczowy, jak również kapitał intelektualny.

oceną rezultatywnej innowacyjności produktowej. Należy w tym miejscu zauważyć, że podejście to jest zgodne z metodologią Oslo, opracowaną i publikowaną przez OECD w serii podręczników pod nazwą „Oslo Manual”, która jest powszechnie przyjętym międzynarodowym standardem metodologii badania innowacyjności przedsiębiorstw w przemyśle oraz w sektorze usług rynkowych i stanowi podstawę badań przeprowadzanych przez różne ośrodki badawcze⁹.

Przed zaprezentowaniem ogólnej koncepcji oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej podkreślenia wymaga fakt, że proponowany w niniejszym artykule model skupia się na rynkowym wymiarze tejże oceny¹⁰, odzwierciedlającym wiedzę inwestora o danej, notowanej na giełdzie papierów wartościowych spółce informatycznej¹¹.

Za podstawowe źródło danych gromadzonych na potrzeby oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych przyjęto ujawnione przez nie informacje w raportach rocznych oraz prospektach emisyjnych. Za przyjęciem takich źródeł danych przemawia fakt, że są one adekwatne do źródeł, jakimi posługują się inwestorzy giełdowi.

Biorąc pod uwagę proponowane w literaturze kryteria oceny, a także pojemność informacyjną raportów rocznych i prospektów emisyjnych publikowanych przez spółki giełdowe, ocenę ich rezultatywnej innowacyjności produktowej przeprowadzono na podstawie danych ilościowych dotyczących efektów działalności innowacyjnej w obszarze produktów w skali całego przedsiębiorstwa oraz danych jakościowych dotyczących poszczególnych rozwiązań innowacyjnych.

W celu ustalenia ocen cząstkowych oraz ostatecznej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej dla poszczególnych spółek informatycznych wykorzystano teorię zbiorów rozmytych. Biorąc pod uwagę różnorodność poszczególnych kryteriów oceny oraz złożoność problemu, jakim jest innowacyjność produktowa, zastosowanie do jej oceny teorii zbiorów rozmytych umożliwi uzyskanie bardziej wiarygodnych wyników niż wykorzystanie technik opartych na tradycyjnych metodach matematycznych.

⁹ Od początku lat 90. ubiegłego stulecia na podstawie metodologii Oslo przeprowadzane są badania innowacyjności przedsiębiorstw w krajach UE i EFTA w ramach wieloletniego projektu badawczego o nazwie Community Innovation Survey (w skrócie: program CIS). W Polsce, poza programem CIS, Główny Urząd Statystyczny w oparciu o metodologię Oslo przeprowadza również własne badania innowacyjności przedsiębiorstw przy pomocy formularza PNT-02.

¹⁰ Ocena taka różni się od technicznej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej, która uwzględnia wszystkie wymiary tej innowacyjności, w szczególności te, o których inwestorzy giełdowi nie wiedzą. Jednakże mimo tego, że rynkowa ocena rezultatywnej innowacyjności produktowej spółek giełdowych w pewnym stopniu może odbiegać od ich technicznej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej, jest ona przydatna, ponieważ właśnie na jej podstawie inwestorzy oceniają perspektywy rozwoju poszczególnych spółek giełdowych, a zatem ocena ta wpływa na kurs akcji i pozycję spółki na rynku.

¹¹ W modelu przyjęto, że działalność informatyczna sprowadza się w ujęciu *sensu stricto* do tworzenia oprogramowania oraz usług z nim związanych (wdrożenie i serwis).

Zastosowanie teorii zbiorów rozmytych na potrzeby obliczeń poszczególnych ocen cząstkowych oraz ostatecznej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej dla poszczególnych spółek informatycznych wiąże się z koniecznością stworzenia odpowiednich baz wiedzy. Informacje niezbędne do realizacji tego celu pozyskano przez użycie drodze wywiadu kwestionariuszowego¹², którego adresatami byli analitycy i indywidualni inwestorzy giełdowi na bieżąco dokonujący oceny sytuacji ekonomiczno-rynkowej spółek giełdowych. W związku z powyższym uzyskane w toku obliczeń wyniki z założenia odzwierciedlają intuicyjną ocenę rezultatywnej innowacyjności produktowej dla badanych spółek wystawianą im przez uczestników rynku kapitałowego i tym samym ocenę taką można nazwać rynkową.

3. Proponowane kryteria oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej

Ocenę rezultatywnej innowacyjności produktowej oparto na kryteriach postulowanych przez metodologię Oslo oraz metodę LBI – Literature-Based Innovation Output Indicators stanowiącą załącznik do podręcznika Oslo z 1999 roku.

Proponowane w wyżej wymienionych metodologiach kryteria oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej można podzielić na dwie grupy: kryteria ilościowe oraz kryteria jakościowo-opisowe. Kryteria ilościowe pozwalają na ocenę rezultatywnej innowacyjności produktowej z punktu widzenia całego przedsiębiorstwa. Z kolei kryteria jakościowo-opisowe mogą stanowić podstawę oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej w ujęciu bardziej szczegółowym – tj. odnoszącym się do poszczególnych produktów.

W obszarze kryteriów ilościowych, bazując na metodologii Oslo, można wyróżnić w zasadzie tylko jeden element¹³: *liczbę produktów stworzonych i wprowadzonych przez badane przedsiębiorstwo na rynek w danym okresie, najczęściej w ciągu ostatnich 3 lat*. Kryterium to jest najprostszym i zarazem najbardziej ogólnym miernikiem bezpośrednich rezultatów działalności innowacyjnej przedsiębiorstwa w zakresie produktów, jakie zalecane jest w literaturze i wykorzystywane w praktyce badawczej¹⁴. Jako że spółki najczęściej ujawniają informacje na temat ilości produktów znajdujących się w ich ofercie, toteż

¹² Wywiad kwestionariuszowy został przeprowadzony zgodnie z: Stachak S.: Podstawy metodologii nauk ekonomicznych. Książka i Wiedza, Warszawa 2006, s. 178-183.

¹³ OECD/European Communities, Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, The Measurement of Scientific and Technical Activities Series, Paris 2005, s. 58-59.

¹⁴ Należy zauważyć, że tak ogólna miara rezultatów działalności innowacyjnej związanej z produktami, zwłaszcza w branży informatycznej, może prowadzić do błędnych wniosków. Miara ta pomija przede wszystkim aspekty jakościowe poszczególnych innowacji zarówno z punktu widzenia technicznego, jak również rynkowego, podczas gdy najczęściej innowacja innowacji nie jest równa.

kryterium to może zostać bez większych przeszkód wykorzystane przy określaniu oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej spółek giełdowych.

Pozostałe kryteria możliwe do wykorzystania przy takiej ocenie mają już charakter jakościowo-opisowy. Biorąc pod uwagę zakres informacji o produktach znajdujących się w ofercie rynkowej, ujawnianych przez spółki giełdowe spośród kryteriów jakościowo-opisowych proponowanych przez metodologię Oslo i metodę LBIO w szczególności można wykorzystać następujące¹⁵:

- poziom złożoności innowacji;
- stopień nowości innowacji, z punktu widzenia rynku;
- rodzaj zmian w innowacjach;
- charakter innowacji;
- możliwości dyfuzji innowacji;
- pochodzenie innowacji.

Biorąc pod uwagę niektóre kryteria opisowe, uzyska się podobną ocenę poszczególnych innowacji produktowych we wszystkich, lub w zdecydowanej większości badanych spółek. Podjęto więc decyzję o ich wykorzystaniu, o ile jest to możliwe, w połączeniu z innymi kryteriami lub też rezygnacji z ich użycia.

Po przeprowadzonej selekcji w ocenie rezultatywnej innowacyjności produktowej spółek giełdowych w odniesieniu do poszczególnych innowacji produktowych, przyjęto następujące kryteria jakościowo-opisowe:

- poziom złożoności i liczba funkcjonalności produktu (PZiLF);
- stopień nowości, pochodzenie oraz rodzaj produktu (NPiR);
- możliwości dyfuzji produktu (MD).

Warto zwrócić uwagę, że przedstawione kryteria oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej bazują wyłącznie na publikowanych przez spółki giełdowe informacjach, a więc dostęp do nich jest stosunkowo łatwy. Co prawda, z punktu widzenia określonych w literaturze kryteriów oceny innowacyjności informacje te charakteryzują się ograniczoną szczegółowością, ale pomimo tego są one obszernym źródłem danych pozwalającym na uzyskanie wystarczającej orientacji w zakresie badanego zjawiska.

¹⁵ OECD/EuroStat, Proponowane Zasady Gromadzenia i Interpretacji Danych dotyczących Innowacji Technologicznych – Podręcznik Oslo, KBN, Warszawa 1999, s. 115-117.

4. Model rozmyty oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych

Do rynkowej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych proponuje się zastosować metodę opartą na logice rozmytej.

4.1. Podstawowe pojęcia teorii zbiorów rozmytych

Zdaniem J. Kacprzyka, u podstaw rozwoju badań nad teorią i praktycznym zastosowaniem zbiorów rozmytych leżała niemożność zastosowania klasycznej teorii mnogości do rozwiązywania problemów, w których cele, ograniczenia i zależności są określone w sposób niedokładny i trudny lub wręcz niemożliwy do ilościowego ujęcia¹⁶.

Podczas gdy w klasycznej teorii zbiorów przejście od pełnej przynależności elementu do zbioru do całkowitej nieprzynależności jest skokowe, w teorii zbiorów rozmytych jest ono stopniowe (tę stopniową zmianę wyraża tzw. funkcja przynależności). W teorii zbiorów rozmytych przyjmuje się, że element może częściowo należeć do zbioru i do jego dopełnienia, a zatem nie obowiązuje tu prawo wyłączonego środka. Granice zbioru rozmytego nie są ostre, dzięki czemu koncepcja ta pozwala określać pojęcia nieostre i wielkości nieprecyzyjne.

Zbiorem rozmytym A w pewnej przestrzeni (obszarze rozważań) $X = \{x\}$, co zapisujemy jako $A \subseteq X$, nazywamy zbiór par: $A = \{(\mu_A(x), x)\}, \forall x \in X$, gdzie $\mu_A(x): X \rightarrow [0, 1]$ jest funkcją przynależności zbioru rozmytego A , która każdemu elementowi $x \in X$ przypisuje jego stopień przynależności do zbioru rozmytego A , $\mu_A(x) \in [0, 1]$ ¹⁷.

Zbiory rozmyte często są utożsamiane z ich funkcjami przynależności, które mają swoją bezpośrednią interpretację graficzną¹⁸. Dobór funkcji przynależności zależy przede wszystkim od ilości informacji o modelowanym systemie, a także od jakości metod strojenia modelu, jakimi dysponuje modelujący. Zasadniczo największą prostotą i uniwersalnością zastosowania charakteryzują się wielokątne funkcje przynależności (trójkątne lub trapezoidalne), gdyż wymagają niewielkiej ilości informacji¹⁹ (rys. 1a i rys. 1b). Wartości tych funkcji w punktach pośrednich trójkątnych i trapezoidalnych zbiorów rozmytych mogą być wyznaczone w wyniku zastosowania metody prostej interpolacji liniowej²⁰.

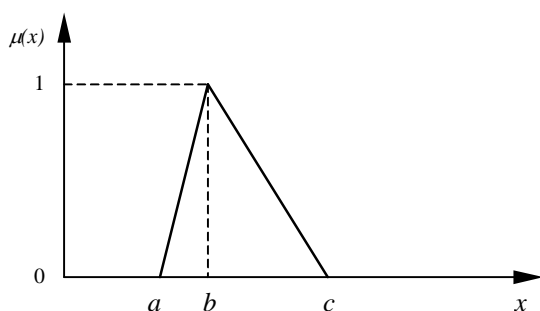
¹⁶ Kacprzyk J.: Zbiory rozmyte w analizie systemowej. PWN, Warszawa 1986, s. 23-24.

¹⁷ Kacprzyk J.: Zbiory..., s. 39.

¹⁸ Bogaty przegląd różnych rodzajów funkcji przynależności wraz z omówieniem ich własności oraz zalet i wad można znaleźć w: Piegat A.: Modelowanie i sterowanie rozmyte. EXIT, Warszawa 2003, s. 46-64.

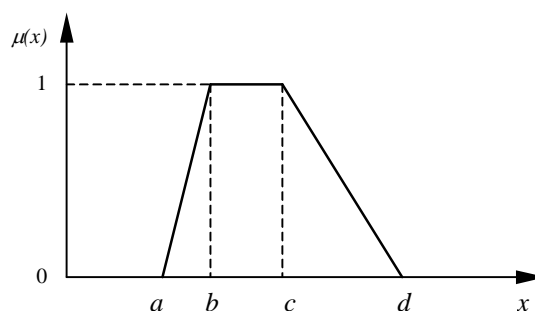
¹⁹ Piegat A.: Modelowanie..., s. 65.

²⁰ Zieliński J.S. (red.): Inteligentne systemy w zarządzaniu. PWN, Warszawa 2000, s. 83-84.



Rys. 1a. Trójkątny zbiór rozmyty

Fig. 1a. Triangular fuzzy set



Rys. 1b. Trapezoidalny zbiór rozmyty

Fig. 1b. Trapezoidal fuzzy set

Źródło: Zieliński J.S. (red.): Inteligentne systemy w zarządzaniu. PWN, Warszawa 2000, s. 83-84.

Kolejnym pojęciem logiki rozmytej, zdaniem A. Łachwy²¹ - najważniejszym, jest zmienna lingwistyczna. Jak wynika z samej nazwy zmienna lingwistyczna to zmienna, której wartościami nie są liczby, lecz zdania w określonym języku, utożsamiane w sensie semantycznym z określonymi zbiorami rozmytymi. Podstawowym środkiem pozwalającym przedstawić zależności występujące między przyjętymi zmiennymi lingwistycznymi są rozmyte zdania warunkowe, które zazwyczaj przyjmują postać tzw. banku (bazy) reguł²²:

R₁ JEŻELI x_1 jest A_1^1 **I** ... **I** x_m jest A_m^1 **TO** y jest B^1

...

R_m JEŻELI x_1 jest A_1^K **I** ... **I** x_m jest A_m^K **TO** y jest B^K

Konkretny bank reguł może opisywać relację między wejściem a wyjściem całego modelu lub może być elementem bardziej złożonej struktury hierarchicznej.

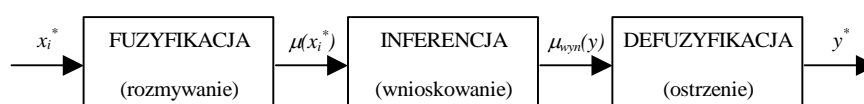
Odpowiednikiem modeli rzeczywistych w teorii zbiorów rozmytych są tzw. modele rozmyte. Ilość tych modeli wzrasta wraz z rozwojem logiki rozmytej oraz dążeniem do uzyskania coraz lepszego odwzorowania rzeczywistości. Jednym z najważniejszych i najczęściej stosowanych w praktyce typów modeli rozmytych jest model Mamdaniego. Model ten jest zbiorem reguł, z których każda definiuje jeden rozmyty punkt przestrzeni. Zbiór punktów tworzy natomiast wykres rozmyty, w którym interpolacja pomiędzy punktami zależy od zastosowanych elementów aparatu logiki rozmytej²³.

Typowy model rozmyty składa się z trzech modułów: fuzyfikacji, inferencji i defuzyfikacji (rys 2).

²¹ Łachwa A.: Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. EXIT, Warszawa 2001, s. 185.

²² Łachwa A.: Rozmyty..., s. 86.

²³ Szerzej na temat modelu Mamdaniego oraz innych modeli rozmytych patrz: Piegat A.: Modelowanie..., s. 267-322.



Rys. 1. Ogólny schemat modelu rozmytego

Fig. 2. General diagram of fuzzy model

Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie: Piegat A.: Modelowanie i sterowanie rozmyte. EXIT, Warszawa 2003, s. 165.

Na wejścia modelu rozmytego wprowadzone zostają wartości x_i^* . W module FUZYFIKACJA przeprowadzana jest operacja rozmywania, czyli następuje obliczenie stopnia przynależności danych wejściowych do poszczególnych zbiorów rozmytych²⁴. Następnie w module INFERENCJA oblicza się na podstawie wejściowych stopni przynależności $\mu(x_i^*)$ tzw. wynikową funkcję przynależności $\mu_{wyn}(y)$ wyjścia modelu²⁵. Ponieważ funkcja ta ma najczęściej postać rozmytą, co znacznie utrudnia interpretację ostatecznego wyniku, w wielu przypadkach zachodzi konieczność jej zamiany na wartość dokładną. Dokonuje się tego w ramach modułu DEFUZYFIKACJI, który ma na celu obliczenie ostrej (nierozmytej) wartości wyjścia y^* , na podstawie wynikowej funkcji przynależności wyjścia $\mu_{wyn}(y)$ ²⁶.

4.2. Budowa modelu rozmytego oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych

Struktura modelu

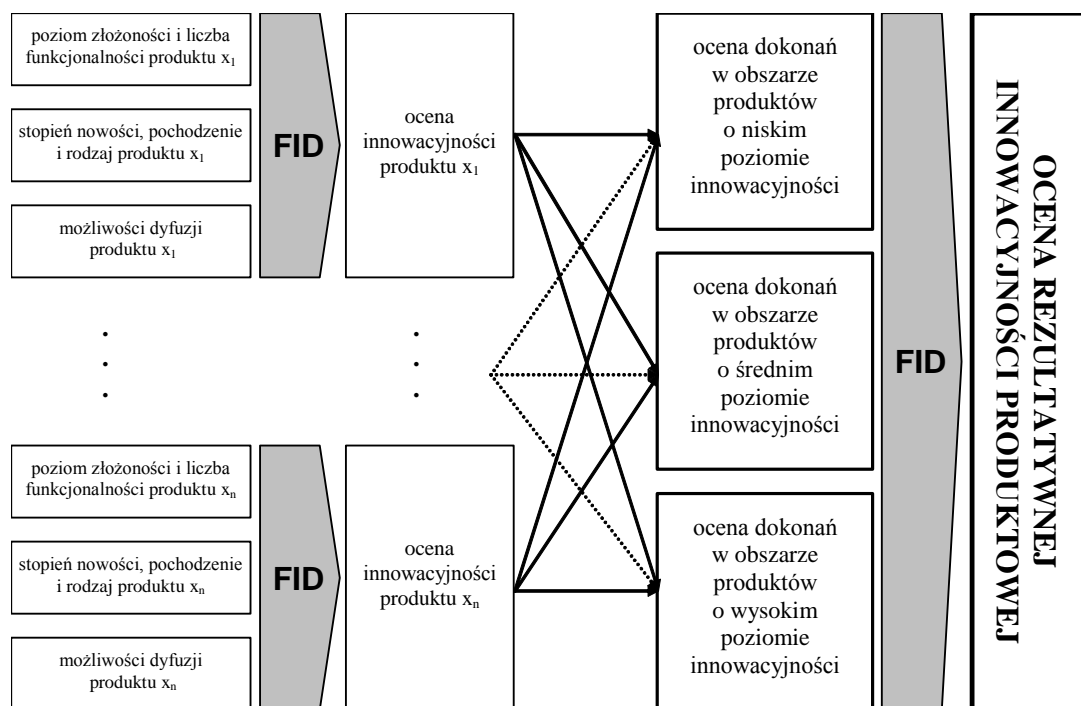
W celu uzyskania oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej danej giełdowej spółki informatycznej należy postępować według kolejności zgodnej z modelem przedstawionym na rys. 3:

- Krok 1 – ocena innowacyjności poszczególnych produktów oferowanych przez badaną spółkę;
- Krok 2 – przyporządkowanie poszczególnych produktów, znajdujących się w ofercie rynkowej danej spółki, do trzech zbiorów rozmytych odpowiadających różnym poziomom innowacyjności – niskiemu, średniemu oraz wysokiemu;
- Krok 3 – ocena dokonań danej spółki w obszarach produktów o niskim, średnim i wysokim poziomie innowacyjności;
- Krok 4 – ocena rezultatywnej innowacyjności produktowej danej informatycznej spółki giełdowej w oparciu o obliczone w Kroku 3 oceny dokonań.

²⁴ Patrz szerzej: Zieliński J.S. (red.): Inteligentne systemy..., s. 93.

²⁵ Szczegółowo zagadnienie wnioskowania rozmytego przedstawiono w: Piegat A.: Modelowanie..., s. 169-193.

²⁶ Szerzej różne metody defuzyfikacji opisane są w: Piegat A.: Modelowanie..., s. 193-207.



Litery „FID” widoczne w strzałkach blokowych oznaczają odpowiednio: Fuzyfikację, Inferencję, Defuzyfikację w poszczególnych modułach rozmytych prezentowanego modelu.

Rys. 2. Model oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych
Fig. 3. Model of resultative product innovativeness assessment of IT company quoted on stock exchange

Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie: OECD/EuroStat/KBN, Proponowane Zasady Gromadzenia i Interpretacji Danych dotyczących Innowacji Technologicznych – Podręcznik Oslo, Warszawa 1999.

W pierwszej kolejności oceniamy innowacyjność poszczególnych produktów (I_i) badanej spółki w oparciu o moduł rozmyty, do którego zmiennymi wejściowymi są punkty przypisane poszczególnym produktom x_i , znajdującym się w ofercie rynkowej badanej spółki, ze względu na trzy wyróżnione wcześniej kryteria jakościowo-opisowe.

Następnie, w oparciu o oceny innowacyjności uzyskane na podstawie wskazanego wyżej modułu, poszczególne produkty x_i badanej spółki, znajdujące się w jej ofercie rynkowej X , przyporządkowujemy do trzech zbiorów rozmytych²⁷:

- $P_{I(n)} = \{\mu_{P_{I(n)}}(x_i), x_i\}$ – zbiór rozmyty „produkty o niskim poziomie innowacyjności”;
- $P_{I(s)} = \{\mu_{P_{I(s)}}(x_i), x_i\}$ – zbiór rozmyty „produkty o średnim poziomie innowacyjności”;
- $P_{I(w)} = \{\mu_{P_{I(w)}}(x_i), x_i\}$ – zbiór rozmyty „produkty o wysokim poziomie innowacyjności”;

gdzie: $x_i \in X$.

²⁷ W wyniku przyjęcia takiego podejścia i -ty produkt j -tej spółki (x_{ij}) może być zaliczony jednocześnie do dwóch różnych zbiorów rozmytych np. zbioru rozmytego „produkty o średnim poziomie innowacyjności” oraz zbioru rozmytego „produkty o wysokim poziomie innowacyjności”, przy czym suma funkcji przynależności tego produktu do wskazanych zbiorów jest równa 1, co można zapisać: $\mu_{P_{I(s)}}(x_i) + \mu_{P_{I(w)}}(x_i) = 1$.

W dalszej kolejności dla każdej spółki obliczamy moc (liczbę kardynalną) nierozmytą wyróżnionych zbiorów rozmytych w oparciu o wzór 1²⁸:

$$|A| = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i), \quad (1)$$

gdzie:

$|A|$ – moc (liczba kardynalna) nierozmyta zbioru rozmytego $A \subseteq X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$,

$\mu_A(x_i)$ – funkcja przyporządkowania i -tego elementu $x_i \in X$ do zbioru rozmytego A ,

$$\mu_A(x_i) \in [0, 1],$$

a więc $0 \leq |A| \leq n$.

Uzyskane w ten sposób wyniki przyjmujemy dla każdej z poddanych badaniu spółek jako ocenę ich dokonań w trzech obszarach:

- obszarze produktów o niskiej innowacyjności ($|P_{I(n)}|$),
- obszarze produktów o średniej innowacyjności ($|P_{I(s)}|$),
- obszarze produktów o wysokiej innowacyjności ($|P_{I(w)}|$).

Następnie tak otrzymane oceny dokonań danej giełdowej spółki informatycznej w obszarach produktów o niskiej, średniej i wysokiej innowacyjności wykorzystujemy jako zmienne wejściowe do modułu rozmytego, umożliwiającego obliczenie dla niej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej (IP_R).

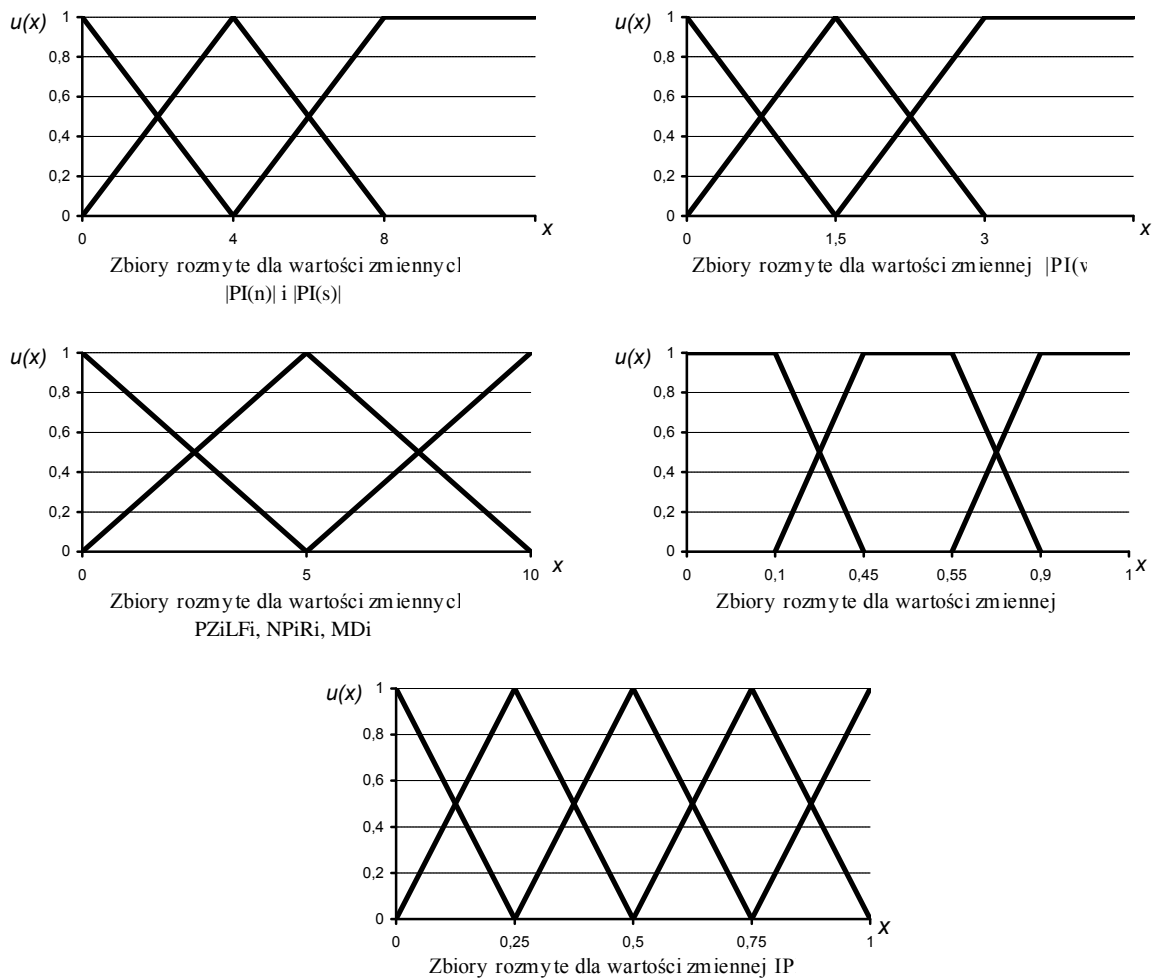
Odpowiednie moduły rozmyte stworzono zgodnie z przyjętym w punkcie 2 założeniem o wykorzystaniu teorii zbiorów rozmytych w uzyskiwaniu poszczególnych ocen cząstkowych oraz ostatecznej oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych, a także bazując na modelu przedstawionym na rys. 3. Wiązało się to w szczególności z: przeprowadzeniem kwantyzacji poszczególnych zmiennych, budowaniem baz wiedzy, określeniem mechanizmu inferencyjnego oraz metody defuzyfikacji.

Kwantyzacja przestrzeni zmiennych

Przestrzeń poszczególnych zmiennych modelu określono w drodze analizy danych pozyskanych z raportów rocznych i prospektów emisyjnych opublikowanych przez badane spółki informatyczne w latach 2004-2007.

Ogólne definicje zbiorów rozmytych dla poszczególnych zmiennych modelu oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej informatycznych giełdowych spółek informatycznych przedstawiono na rysunku 4.

²⁸ Kacprzyk J.: Zbiory..., s. 49.



Rys. 3. Zbiory rozmyte dla wejściowych i wyjściowych zmiennych modelu rozmytego oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych

Fig. 4. Fuzzy sets for input and output variables of IT company's resultative product innovativeness assessment fuzzy model

Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie: Łachwa A.: Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001, s. 18-25.

Z racji podobieństw w wyrażeniu w języku naturalnym ocen większości zmiennych na potrzeby modelu rozmytego oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych przyjęto dla nich ten sam słownik wartości lingwistycznych – jedynie dla dwóch zmiennych ($NPiR_i$, MD_i) słownik ten jest inny. Dodatkowo, biorąc pod uwagę, że zwyczajowo w języku naturalnym do określenia poziomu danej wielkości w zupełności wystarczają trzy terminy podstawowe, przestrzeń wszystkich zmiennych wejściowych modelu rozmytego ($|P_{I(n)}|$, $|P_{I(s)}|$, $|P_{I(w)}|$, $PZiLF_i$, $NPiR_i$, MD_i) oraz jednej wyjściowej (I_i) podzielono na trzy zbiory rozmyte. W przypadku zmiennych $|P_{I(n)}|$, $|P_{I(s)}|$, $|P_{I(w)}|$, $PZiLF_i$, I_i zbiory te przyjęły nazwy: $\{niski, \text{średni}, \text{wysoki}\}$. Z kolei dla zmiennych $NPiR_i$ i MD_i odpowiednio $\{nieznacznie \text{ulepszony}, \text{wyraźnie ulepszony}, \text{zupełnie nowy}\}$ oraz $\{małe, \text{średnie}, \text{duże}\}$. W celu uzyskania dokładniejszych wyników przestrzeń finalnego wyjścia modelu rozmytego oceny

rezultatywnej innowacyjności produktowej (IP_R) podzielono na pięć zbiorów rozmytych o nazwach: $\{niski, nisko-średni, średni, średnio-wysoki, wysoki\}$. Ponadto przyjęto, że funkcje przynależności zmiennych wejściowych $\mu(x)$ oraz funkcje przynależności zmiennych wyjściowych $\mu(y)$, mają dla poszczególnych zbiorów rozmytych, trójkątny lub trapezoidalny kształt, który jest najbardziej typowy dla modeli opartych na logice rozmytej. Z kolei wartości dla wskazanych zmiennych, przy których z funkcją przynależności $\mu(x) = 1$ przynależą one do odpowiednich zbiorów rozmytych, ustalono na podstawie wywiadów przeprowadzonych z analitykami i inwestorami giełdowymi.

Kolejnym, po przeprowadzeniu kwantyzacji przestrzeni zmiennych, etapem w tworzeniu modeli rozmytych na potrzeby oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych była budowa baz wiedzy, przy użyciu których przeprowadzono wnioskowanie w poszczególnych modelach rozmytych.

Budowa baz wiedzy na potrzeby wnioskowania rozmytego oraz określenie mechanizmu inferencyjnego i metody defuzyfikacji

Wiedzę na potrzeby wnioskowania w module rozmytym oceny innowacyjności i-tego produktu oraz w module rozmytym oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych pozyskano, stosując metodę standaryzowanych wywiadów z ekspertami. Ekspertami tymi, z uwagi na to, że podmiotami oceny były spółki giełdowe, byli analitycy dokonujący na bieżąco oceny sytuacji rynkowej spółek giełdowych oraz indywidualni inwestorzy giełdowi. Uzyskane od ekspertów informacje posłużyły do stworzenia podstawowych reguł oraz szkieletu baz wiedzy. Następnie, w drodze dalszych konsultacji z ekspertami, uzupełniono luki pomiędzy regułami, a po ich dostrojeniu powstały kompletne i gotowe do użycia bazy wiedzy (tablica 1 i tablica 2).

Do przeprowadzenia wnioskowania rozmytego do realizacji koniunkcji warunków w poszczególnych regułach (obliczania stopni prawdziwości poprzedników) wykorzystano operację *PROD* daną wzorem ²⁹:

$$h = \mu_{A_1 \cap A_2 \cap A_3}(x_1, x_2, x_3) = \mu_{A_1}(x_1) \cdot \mu_{A_2}(x_2) \cdot \mu_{A_3}(x_3). \quad (2)$$

W porównaniu z innymi operatorami t-normy operator *PROD* reaguje na zmiany wszystkich wejść x_i modelu przy jednoczesnej małej uciążliwości obliczeń.

W dalszej kolejności redukowanie prawdziwości następnika reguły za pomocą prawdziwości poprzednika (znajdowanie wynikowych zbiorów rozmytych dla poszczególnych reguł) oraz scalanie działania reguł w jeden zbiór wyjściowy przeprowadzono zgodnie ze schematem *SUM-MIN*³⁰ (wzory 4.2-3 i 4.2-4):

²⁹ Piegat A.: Modelowanie..., s. 130.

³⁰ Podstawową zaletą z zastosowania schematu SUM-MIN w procesie inferencji jest uwzględnienie podczas obliczania funkcji wynikowej $\mu_{wyn}(y)$ wszystkich funkcji składowych $\mu_{Bi^*}(y)$ z poszczególnych reguł. Zob.: Piegat A.: Modelowanie..., s. 181-193.

$$\mu_{B^*}(y) = \text{MIN}(\mu_B(y), h), \quad (3)$$

$$\mu_{\text{wyn}}(y) = \text{SUM} \left(\mu_{B^*1}(y), \dots, \mu_{B^*K}(y) \right) = \sum_{K=1}^m \mu_{B^*K}(y). \quad (4)$$

W celu wyrażenia rozmytego wyniku wnioskowania w postaci „ostrej” przeprowadzono defuzyfikację za pomocą metody środka sum, zgodnie ze wzorem 4.2-5³¹:

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \sum_{K=1}^m \mu_{B^*K}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \sum_{K=1}^m \mu_{B^*K}(y_i)} \quad (5)$$

gdzie:

l – ilość elementów dyskretnego zbioru podstawowego Y ,

m – ilość reguł modelu rozmytego.

Tablica 1

Baza wiedzy na potrzeby oceny innowacyjności poszczególnych produktów znajdujących się w ofertach produktowych badanych giełdowych spółek informatycznych (I_i)

REGUŁY	POPZEDNIK REGUŁY	NASTĘPNIK REGUŁY
R1	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R2	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R3	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R4	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R5	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R6	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R7	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R8	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R9	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>nieznacznie ulepszony</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>niska</i>
R10	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>nisko-średnia</i>
R11	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>nisko-średnia</i>
R12	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>nisko-średnia</i>
R13	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>nisko-średnia</i>
R14	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R15	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R16	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R17	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R18	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R19	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>niski</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R20	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>średnia</i>
R21	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>średnio-wysoka</i>
R22	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>wyraźnie ulepszony</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>średnio-wysoka</i>
R23	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>średnio-wysoka</i>
R24	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>średni</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>średnio-wysoka</i>
R25	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>małe</i>	TO I_i jest <i>średnio-wysoka</i>
R26	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>średnie</i>	TO I_i jest <i>wysoka</i>
R27	JEŻELI $PZiLF_i$ jest <i>wysoki</i> I $NPiR_i$ jest <i>zupełnie nowy</i> I MD_i jest <i>duże</i>	TO I_i jest <i>wysoka</i>

Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie standaryzowanych wywiadów przeprowadzonych z ekspertami.

³¹ Piegat A.: Modelowanie..., s. 205.

Tablica 2

Baza wiedzy na potrzeby oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej spółki (IP_R)

REGUŁY	POPZEDNIK REGUŁY	NASTĘPNIK REGUŁY
R1	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest niska
R2	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest niska
R3	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest niska
R4	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest nisko-średnia
R5	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest nisko-średnia
R6	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest nisko-średnia
R7	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest nisko-średnia
R8	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest nisko-średnia
R9	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest nisko-średnia
R10	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest średnia
R11	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest średnia
R12	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest niska	TO IP_R jest średnia
R13	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest średnia
R14	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest średnia
R15	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest średnia
R16	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest średnia
R17	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest średnia
R18	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest niska I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest średnia
R19	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest średnio-wysoka
R20	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest średnio-wysoka
R21	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest średnia	TO IP_R jest średnio-wysoka
R22	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest średnio-wysoka
R23	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest średnio-wysoka
R24	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest średnia I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest średnio-wysoka
R25	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest niska I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest wysoka
R26	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest średnia I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest wysoka
R27	JEŻELI $ P_{I(n)} $ jest wysoka I $ P_{I(s)} $ jest wysoka I $ P_{I(w)} $ jest wysoka	TO IP_R jest wysoka

Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie standaryzowanych wywiadów przeprowadzonych z ekspertami.

Po przeprowadzeniu kwantyzacji przestrzeni zmiennych modelu, stworzeniu baz wiedzy oraz określeniu mechanizmu inferencyjnego i metody defuzyfikacji, moduły rozmyte oceny innowacyjności i-tego produktu oraz oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej spółek giełdowych można uznać za gotowe do użytku.

5. Podsumowanie

Przedstawiony w niniejszym artykule model pozwala na przeprowadzenie syntetycznej oceny innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych w wymiarze rezultatywnym. Do jego opracowania wykorzystano elementy teorii zbiorów rozmytych oraz większość proponowanych w różnych metodach przedstawionych w literaturze, kryteriów oceny rezultatów działalności innowacyjnej przedsiębiorstw w obszarze produktów. Ponadto przy tworzeniu podstawowych założeń zaprezentowanego modelu brali udział analitycy i indywidualni inwestorzy giełdowi, a jako główne źródło danych przyjęto informacje

ujawniane przez spółki giełdowe w formie raportów rocznych i prospektów emisyjnych. W związku z powyższym można powiedzieć, że jego zastosowanie pozwoli uzyskać rynkową ocenę rezultatywnej innowacyjności produktowej badanych spółek giełdowych. Użyteczność takiej oceny nie ulega wątpliwości, ponieważ otrzymane wyniki mogą zostać wykorzystane w praktyce przez poszczególne spółki co najmniej jako:

- informacja niezbędna do oceny, w jakim kierunku należy rozwijać ofertę produktową, by poprawić rynkową ocenę innowacyjności firmy;
- informacja potrzebna do ustalenia, jakie elementy innowacyjności produktów firmy ujawnić bądź wyeksponować w materiałach analizowanych przez inwestorów giełdowych, by poprawić swój innowacyjny *image*.

Ponadto uzyskane, w oparciu o przedstawiony model, oceny innowacyjności spółek giełdowych, poza możliwością stworzenia różnych rankingów, można wykorzystać do zbadania zależności pomiędzy np. rezultatywną innowacyjnością produktową spółek a ich rentownością lub też ich oceną przez rynek kapitałowy.

Bibliografia

1. Francik A.: Sterowanie procesami innowacyjnymi w organizacji. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 2003.
2. Nauka i Technika w 2006 roku. Informacje i Opracowania Statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2007.
3. Zieliński J.S. (red.): Inteligentne systemy w zarządzaniu. PWN, Warszawa 2000.
4. Kacprzyk J.: Zbiory rozmyte w analizie systemowej. PWN, Warszawa 1986.
5. Łachwa A.: Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. EXIT, Warszawa 2001.
6. Macias J.: Innowacje w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych. „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa”, nr 1, 2008.
7. OECD/European Communities, Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, The Measurement of Scientific and Technical Activities Series, Paris 2005.
8. OECD/EuroStat, Proponowane Zasady Gromadzenia i Interpretacji Danych dotyczących Innowacji Technologicznych – Podręcznik Oslo. KBN, Warszawa 1999.
9. Penc J.: Innowacje i zmiany w firmie. Placet, Warszawa 1999.
10. Piegat A.: Modelowanie i sterowanie rozmyte. EXIT, Warszawa 2003.
11. Pomykalski A.: Innowacje. Politechnika Łódzka, Łódź 2001.
12. Pomykalski A.: Zarządzanie innowacjami. PWN, Warszawa-Łódź 2001.

13. Rogers E.M.: Diffusion of innovations. Free Press, New York 1995.
14. Stachak S.: Podstawy metodologii nauk ekonomicznych. Książka i Wiedza, Warszawa 2006.
15. Świtalski W.: Innowacje i konkurencyjność. Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2005.

Abstract

Presented in this article model allows for evaluation of a syntetic product innovativeness of IT companies quoted on stock exchange in resultative dimension. For its creation there were used elements of the fuzzy sets theory and most of the criteria for assessing the results of enterprises innovative activities in the area of products, which are proposed in different methods presented in the literature. Moreover, the basis assumptions of presented model were created in participation with stock analysts and individual investors, and as main source of data were used information disclosed by listed companies in form of annual reports and prospectuses. Therefore we can say, that application of presented model will provide a market evaluation of resultative product innovativeness of investigated companies. There is no doubt for utility of such an assessment, because obtained results can be used in practice by the companies at least as:

- an information necessary to access in what direction should be developed product offer of the company to improve its innovativeness assessment;
- an information needed to determine what elements of product innovativeness should company disclose or expose in the materials analyzed by stock investors to improve its innovative image.

Moreover, obtained assessments of listed companies innovativeness, based on the presented model, in addition to the possibility of creating different charts, can be used to examine for instance the relationship between companies resultative product innovativeness and their profitability, or their assessment by capital market.