

# ZBIORY ROZMYTE W OCENIE INNOWACYJNOŚCI EUROPEJSKICH GRUP TELEKOMUNIKACYJNYCH

## Wprowadzenie

Innowacyjność to aktualnie jedno z najistotniejszych zagadnień zarządzania przedsiębiorstwem. Termin „innowacyjność”, podobnie jak same „innowacje”, jest rozpatrywany w literaturze przedmiotu w wielu różnych kontekstach. Dlatego też trudno w tym przypadku mówić o jednej powszechnie obowiązującej definicji. W wielu różnych podejściach akcentuje się jednak to, że innowacyjność to specyficzna zdolność lub umiejętność przedsiębiorstwa. Zdolność ta umożliwia stałe poszukiwanie, wdrażanie i upowszechnianie innowacji [24, s. 15]. Jej posiadanie pozwala przedsiębiorstwu na wdrażanie nowych produktów, procesów lub idei. W bardziej rozbudowanych definicjach innowacyjność to skłonność organizacji do szukania, kreowania i wdrażania nowych wyrobów, technologii, usług, rynków, metod zarządzania, podejmowania działań w sytuacji niepewnej, obserwacji rynku i konkurencji, przewidywania sytuacji rynkowej, szybkiej reakcji na pojawiające się zmiany, przełamywania rutyny, zmian sposobów komunikowania się i nowych sposobów organizacji pracy [7, s. 69].

W wielu opracowaniach i badaniach naukowych poszukuje się źródeł innowacyjności tkwiących zarówno we wnętrzu, jak i w otoczeniu przedsiębiorstwa [17, s. 753–764]. Za najistotniejsze wewnętrzne stimulatory innowacyjności uważa się wiedzę [5, s. 210–222], [9, s. 145–152] oraz umiejętność uczenia się przedsiębiorstwa [13, s. 408–417]. Równie ważnymi czynnikami są zasoby ludzkie [1, s. 104–114] będące nośnikami kluczowych kompetencji. W ramach tych zasobów szczególne

\* **Dr inż. Tomasz Nawrocki** – Instytut Ekonomii i Informatyki, Wydział Organizacji i Zarządzania, Politechnika Śląska w Gliwicach.

\*\* **Dr Izabela Jonek-Kowalska** – Instytut Ekonomii i Informatyki, Wydział Organizacji i Zarządzania, Politechnika Śląska w Gliwicach.

znaczenie przypisuje się kierownictwu przedsiębiorstwa wraz z reprezentowanymi przez nie postawami, wyznawanymi wartościami oraz nastawieniem do ryzyka [11, s. 59–62]. Wymienione czynniki muszą być wspierane przez odpowiedni potencjał zasobów materialnych, w tym przede wszystkim zasobów finansowych. Dlatego też w innowacyjności znaczącą rolę odgrywa wielkość przedsiębiorstwa, silnie oddziałująca na dynamikę innowacji [6, s. 39–41]. Nie bez znaczenia dla wyzwalania innowacyjności wewnątrz przedsiębiorstwa jest także wyczerpanie się prostych rezerw poprawy konkurencyjności, co stymuluje proinnowacyjne zachowania [25, s. 25–26].

Zewnętrzne źródła innowacyjności wiążą się przede wszystkim z adaptacją innowacji [20, s. 859–872], głównie przez nawiązywanie relacji z innymi uczestnikami rynku w różnych formach współdziałania [26, s. 179–190; 18, s. 131–150; 28, s. 1162–1168]. Innowacyjność jest także indukowana przez postęp technologiczny, globalizację rynków, hiperkonkurencję oraz rosnące wymagania wszystkich grup interesariuszy związanych z przedsiębiorstwem [6, s. 39–41]. Wśród zewnętrznych stymulatorów innowacyjności wymienia się także koniunkturę gospodarczą oraz rolę państwa w gospodarce i jego działania na rzecz wspierania innowacyjności. Warto w tym miejscu dodać, że czynniki egzogeniczne mogą być także poddawane wewnętrznym podziałom, z wyróżnieniem stymulatorów systemowych i funkcjonalnych [12, s. 38–39] czy ogólnych i szczegółowych [10, s. 67–73].

Wiele z definicji innowacyjności wykracza poza eksponowanie jedynie samej zdolności czy umiejętności, eksponując także rezultaty jej posiadania i wykorzystania. Wówczas innowacyjność to zdolność organizacji do opanowania i utrzymania wysokiej dynamiki tworzenia wartości, która przejawia się w wykorzystywaniu okazji do zmian oraz generowaniu, przetwarzaniu i implementacji nowych idei do praktyki, wcześniej niż wykonają to inne przedsiębiorstwa. Innowacyjność, jako umiejętność, powinna zatem umożliwić przedsiębiorstwu efektywną alokację zasobów, mającą na celu ukształtowanie optymalnej konfiguracji przewag konkurencyjnych.

W tak pojmowanej innowacyjności najistotniejsze jest powiązanie zdolności do wdrażania innowacji z ostatecznymi wynikami tego wdrożenia. Temu zagadnieniu także poświęca się wiele uwagi we współczesnych publikacjach z zakresu innowacyjności. W opracowaniach tych poszukuje się odpowiedzi na pytanie, które z cech innowacji lub wdrażających je przedsiębiorstw wywierają największy wpływ na końcowe efekty ich wykorzystania [3, s. 650–675; 4, s. 215–236; 15, s. 1335–1342].

Zgodnie z powyższym, innowacyjność może być rozpatrywana w kontekście szeroko rozumianego potencjału do tworzenia innowacji lub też w kontekście konkretnych efektów podejmowanej działalności innowacyjnej. W związku z tym można mówić o *innowacyjności potencjalnej*, odwołującej się do aktywów<sup>1</sup> stanowiących

<sup>1</sup> Aktywa w tym miejscu rozumiane są szeroko i obejmują zarówno rzeczowe składniki majątku przedsiębiorstwa, jak również kapitał intelektualny.

o potencjale innowacyjnym przedsiębiorstwa i wzrostu inwestycji w te aktywa, 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 [21; 29, s. 2459–2477]. Rozróżnienie tych rodzajów innowacyjności jest bardzo istotne, ponieważ wysoki potencjał innowacyjny nie zawsze przekłada się na bardzo dobre wyniki działalności innowacyjnej i odwrotnie.

Kwestią otwartą i wciąż dyskusyjną pozostaje wybór kryteriów oceny innowacyjności w ujęciu potencjalnym i rezultatywnym, a także sposób jej przeprowadzenia. Stąd też w niniejszym artykule sformułowano następujący problem badawczy: W jaki sposób interesariusze zewnętrzni mogą ocenić potencjał innowacyjny przedsiębiorstwa? W odpowiedzi na tak postawiony problem badawczy przedstawiono zastosowanie metodyki wykorzystującej logikę rozmytą oraz dane ujawniane w publikowanych przez spółki giełdowe sprawozdaniach finansowych [21] do budowy modelu oceny potencjalnej innowacyjności. Następnie model ten wykorzystuje się do przeprowadzenia analizy porównawczej w zakresie potencjalnej innowacyjności czterech największych europejskich grup telekomunikacyjnych. Na podstawie wyników przeprowadzonej oceny formułuje się również zalecenia pod adresem sterowania procesami innowacyjnymi w badanych grupach telekomunikacyjnych, co stanowi dodatkowy cel poznawczy niniejszego artykułu.

## 1. Metodyka badawcza

### 1.1. Podstawowe założenia oraz kryteria oceny potencjału innowacyjnego

Niniejsza ocena obejmuje dwa aspekty: szeroko rozumiane zasoby warunkujące prowadzenie działalności innowacyjnej (i) oraz zaangażowanie w ciągły rozwój, interpretowane jako ponoszenie bieżących nakładów na działalność innowacyjną (ii).

W ramach zasobów warunkujących prowadzenie działalności innowacyjnej (i) wyróżniono trzy obszary rodzajowe: **obszar zasobów intelektualnych**, **obszar zasobów rzeczowych** oraz **obszar zasobów finansowych**. W przypadku **obszaru zasobów intelektualnych** cząstkowymi kryteriami oceny są: ocena w obszarze zasobów ludzkich uwzględniająca liczbę pracowników (z wyłączeniem stażystów i praktykantów), ocena kapitału ludzkiego (wartość świadczeń i wynagrodzeń przypadających na pracownika) oraz ocena wiedzy przeprowadzona na podstawie wartości netto składników niematerialnych (z wyłączeniem wartości firmy) i stopnia ich nowości (dopełnienie do jedności wskaźnika umorzenia wartości niematerialnych).

W **przypadku obszaru zasobów rzeczowych** cząstkowymi kryteriami oceny są: wartość netto środków trwałych oraz stopień ich nowości (dopełnienie do jedności wskaźnika umorzenia środków trwałych).

W **obszarze zasobów finansowych** jako cząstkowe kryteria oceny wybrano: wartość wolnych środków pieniężnych (inwestycje krótkoterminowe), wolne przepływy pieniężne (zysk operacyjny skorygowany o stopę podatkową + amortyzacja +/- zmiany zapotrzebowania na kapitał obrotowy – nakłady inwestycyjne) oraz ocenę możliwości pozyskania kapitału obcego, na którą składa się ocena sytuacji finansowej podmiotu, wartość aktywów mogących stanowić zabezpieczenie spłaty potencjalnego długu (suma środków trwałych, wartości niematerialnych, z wyłączeniem wartości firmy oraz inwestycji długoterminowych) oraz ich poziom zadłużenia (relacja zobowiązań oprocentowanych ogółem do wyróżnionych wyżej składników aktywów trwałych).

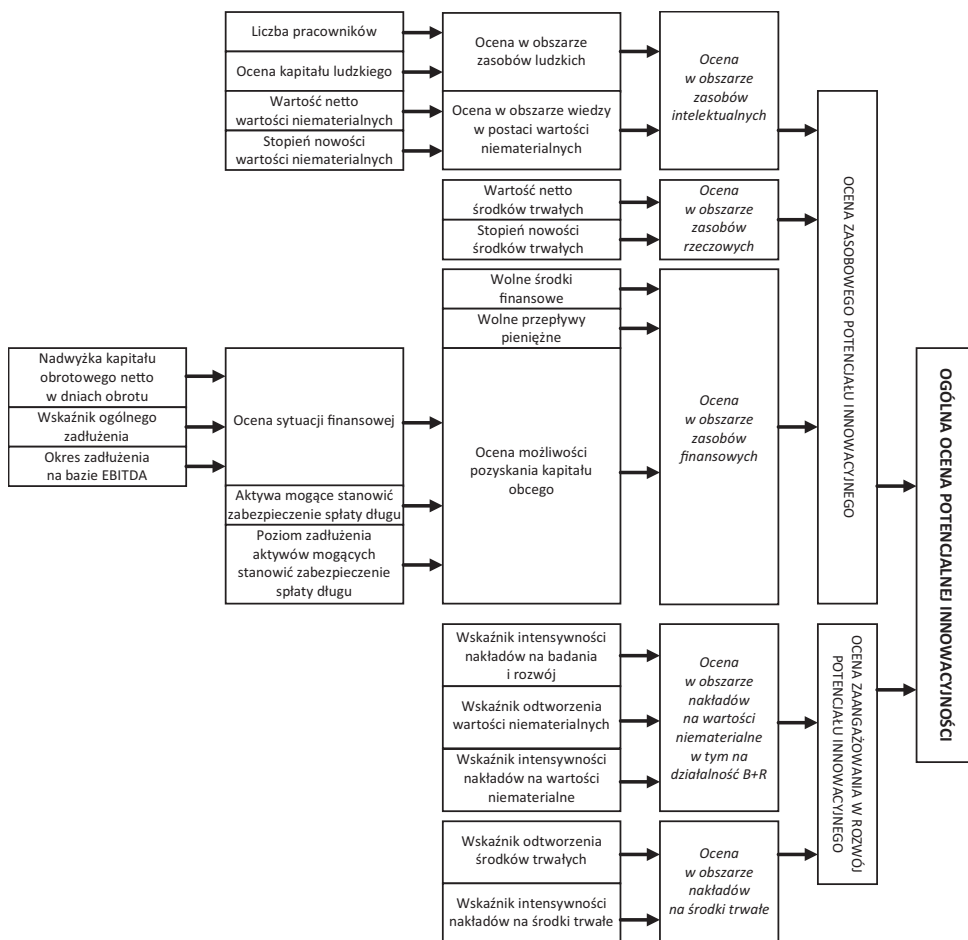
Ocenę sytuacji finansowej przedsiębiorstwa uzależniono przy tym od kryteriów cząstkowych, takich jak: nadwyżka kapitału obrotowego netto w dniach obrotu (różnica między cyklem kapitału obrotowego netto a cyklem środków pieniężnych), wskaźnik ogólnego zadłużenia (relacja kapitału obcego do aktywów ogółem) oraz okres zadłużenia na bazie EBITDA (relacja oprocentowanego długu netto do wyniku operacyjnego powiększonego o amortyzację).

W ocenie zaangażowania przedsiębiorstw w rozwój zasobów warunkujących prowadzenie działalności innowacyjnej (ii) wyróżniono dwa obszary rodzajowe: **obszar nakładów na wartości niematerialne**, w tym również na działalność badawczo-rozwojową, oraz **obszar nakładów na środki trwałe**. W przypadku **obszaru nakładów na wartości niematerialne** do kryteriów cząstkowych zaliczono: wskaźnik intensywności nakładów na prace badawczo-rozwojowe (relacja nakładów na prace badawczo-rozwojowe do przychodów ze sprzedaży), wskaźnik odtworzenia niematerialnych składników majątku (relacja przyrostu wartości brutto niematerialnych składników majątku do ich amortyzacji) oraz wskaźnik intensywności nakładów na niematerialne składniki majątku (relacja nakładów na niematerialne składniki majątku do przychodów ze sprzedaży).

W przypadku obszaru **nakładów na środki trwałe** wyodrębniono dwa kryteria cząstkowe – wskaźnik odtworzenia oraz wskaźnik intensywności nakładów na środki trwałe. Wskaźniki te obliczono analogicznie do wymienionych powyżej wskaźników charakteryzujących niematerialne składniki majątku. Strukturę modelu przedstawiono na rysunku 1.

Jako podstawowe źródła danych w ocenie potencjału innowacyjnego badanych podmiotów wykorzystano ogólnodostępne informacje ujawniane w skonsolidowanych raportach rocznych. Z kolei aparat obliczeniowy oparto na teorii zbiorów rozmytych, będącej jedną z metod wnioskowania przybliżonego.

Rysunek 1. Struktura modelu oceny potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa



Źródło: opracowanie własne.

## 1.2. Zasady logiki rozmytej

Geneza rozwoju badań nad teorią i praktycznym zastosowaniem metod wnioskowania przybliżonego, w tym m.in. zbiorów rozmytych, wiązała się z trudnościami zastosowania klasycznej teorii mnogości do opisu złożonych lub słabo zdefiniowanych pojęć. Jako pierwszy zwrócił na to uwagę L.A. Zadeh, twórca teorii zbiorów rozmytych, formułując zasadę niespójności stanowiącą, że: „złożoność i precyzja są z sobą w relacji odwrotnej w tym sensie, że jeżeli złożoność rozpatrywanego problemu wzrasta, to zmniejsza się możliwość jego precyzyjnej analizy” [30, s. 338–353]. W odróżnieniu od klasycznej teorii zbiorów, w teorii zbiorów rozmytych przyjmuje

się, że element może częściowo należeć do danego zbioru i zarazem do jego dopełnienia, a więc nie obowiązuje tu prawo wyłączonego środka. W zbiorze rozmytym przejście od przynależności do zbioru do nieprzynależności jest stopniowe (tę stopniową zmianę wyraża tzw. funkcja przynależności), dzięki czemu koncepcja ta pozwala określać pojęcia nieostre i wielkości nieprecyzyjne. Aparat pojęciowy teorii zbiorów rozmytych jest bardzo bogaty, dlatego też poniżej przedstawiono tylko te elementy teorii, które bezpośrednio wykorzystywano do opracowania modelu oceny potencjalnej innowacyjności produktowej.

Podstawowym pojęciem logiki rozmytej jest zbiór rozmyty. I tak, zbiorem rozmytym  $A$  w pewnej przestrzeni (obszarze rozważań)  $X = \{x\}$  (co zapisujemy jako  $A \subseteq X$ ) nazywamy zbiór par:  $A = \{(\mu_A(x), x)\}$ ,  $x \in X$ , 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  $A$ ,  $\mu_A(x) \in [0, 1]$  [14]. Za szczególny przypadek zbiorów rozmytych można uznać tzw. liczby rozmyte, w przypadku których wymaga się, aby zbiór rozmyty był określony na przedziale domkniętym osi liczb rzeczywistych. Podzbiór rozmyty  $A$  zbioru liczb rzeczywistych  $R$  nazywa się liczbą rozmytą wtedy i tylko wtedy, gdy  $A$  jest zbiorem rozmytym normalnym i wypukłym, a  $\mu_A(x)$  jest półciągłą z góry [8, s. 55–56].

Zbiory rozmyte często utożsamiane są również z ich funkcjami przynależności, które mają swoją bezpośrednią interpretację graficzną. Zasadniczo największą prostotą i uniwersalnością zastosowania charakteryzują się trójkątne i trapezoidalne funkcje przynależności, gdyż wymagają one niewielkiej ilości informacji, a ich wartości w punktach pośrednich można wyznaczyć, stosując metodę prostej interpolacji liniowej [23, s. 46–64].

Istotnym pojęciem logiki rozmytej jest także zmienna lingwistyczna. Mimo że formalizm matematyczny tej zmiennej jest stosunkowo skomplikowany, to jej intuicyjny sens jest prosty – zmienna lingwistyczna to taka, której wartościami nie są liczby, lecz zdania w określonym języku, utożsamiane w sensie semantycznym z określonymi zbiorami rozmytymi [16, s. 185]. Przykładowo, zmienna lingwistyczna o nazwie „temperatura” może przyjmować jako wartości zbiory rozmyte reprezentujące cechy: wysoka, średnia, niska, a więc cechy jakościowe, a nie ilościowe.

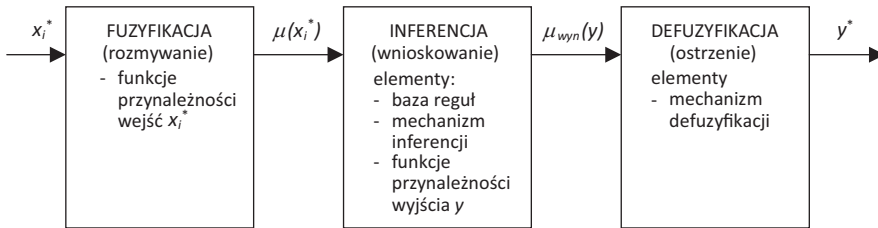
Podstawowym środkiem pozwalającym przedstawić zależności występujące między przyjętymi zmiennymi lingwistycznymi są rozmyte zdania warunkowe postaci: *JEŻELI  $x$  jest  $A$  TO  $y$  jest  $B$* , gdzie wyrażenie „ $x$  jest  $A$ ” nazywane jest „poprzednikiem”, zawierającym zbiór warunków (reguł), a wyrażenie „ $y$  jest  $B$ ” to inaczej „następnik”, czyli wniosek. Zazwyczaj jednak zależność między tymi samymi zmiennymi opisywana jest nie przez pojedynczą regułę, lecz przez tzw. bank (bazę) reguł postaci:

$$\begin{aligned}
 &R_1 \text{ JEŻELI } x_1 \text{ jest } A_1^1 \text{ I } \dots \text{ I } x_m \text{ jest } A_m^1 \text{ TO } y \text{ jest } B^1 \\
 &\vdots \\
 &R_m \text{ JEŻELI } x_1 \text{ jest } A_1^k \text{ I } \dots \text{ I } x_m \text{ jest } A_m^k \text{ TO } y \text{ jest } B^k
 \end{aligned}$$

Bank reguł traktowany jest w procesie wnioskowania rozmytego jako pewna całość – subsystem, którego łączne efekty działania poddawane są dalszemu przetwarzaniu. W procesie wnioskowania, dla danych wejść, są aktywowane wszystkie reguły zawarte w banku, zaś wyniki ich działania są następnie scalane w wynikowy zbiór rozmyty, będący wartością zmiennej  $y$ . Dany bank reguł może opisywać relację między wejściem a wyjściem całego systemu lub może być elementem bardziej złożonej struktury hierarchicznej.

Odpowiednikiem modelu systemu rzeczywistego w logice rozmytej jest model rozmyty, którego ogólny schemat zaprezentowano na rysunku 2. W literaturze można spotkać się z różnymi typami modeli rozmytych, przy czym jednym z najbardziej popularnych jest model Mamdaniego [23, s. 46–64].

Rysunek 2. Ogólny schemat modelu rozmytego (ang. *General diagram of fuzzy model*)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [23, s. 165].

Na wejściu modelu rozmytego wprowadza się wartości  $x_i^*$ , które w module FUZYFIKACJA podlegają operacji rozmywania – następuje tu obliczenie stopnia przynależności wartości wejściowych  $\mu(x_i^*)$  do poszczególnych zbiorów rozmytych. Następnie w module INFERENCJA, na podstawie otrzymanych wejściowych stopni przynależności, ma miejsce wnioskowanie rozmyte, którego efektem końcowym jest wynikowa funkcja przynależności  $\mu_{wyn}(y)$  wyjścia modelu. Podstawą wnioskowania rozmytego jest tzw. baza reguł postaci „jeżeli – to” oraz mechanizm inferencji, który określa sposób aktywacji reguł w bazie, w wyniku czego otrzymuje się funkcje przynależności konkluzji poszczególnych reguł przy danych wartościach wejść  $x_i^*$  modelu rozmytego, a także sposób ich agregacji w jedną wynikową funkcję przynależności konkluzji całej bazy  $\mu_{wyn}(y)$ . Ponieważ funkcja ta ma najczęściej postać rozmytą, co



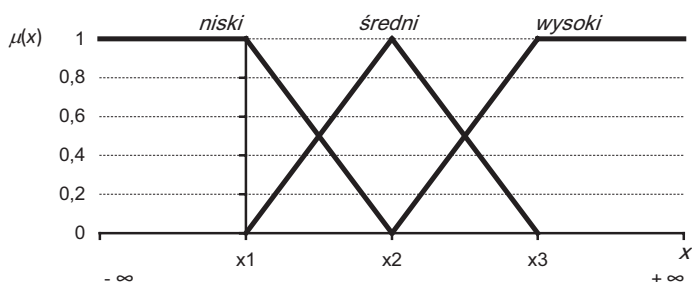
znacznie utrudnia interpretację ostatecznego wyniku, w wielu przypadkach zachodzi konieczność jej zamiany na wartość dokładną. Dokonuje się tego w ramach modułu DEFUZYFIKACJI, gdzie za pomocą wybranej metody oblicza się ostrą (nierozmytą) wartość wyjścia modelu  $y^*$  [23, s. 46–64].

### 1.3. Szczegółowe założenia wykorzystania logiki rozmytej w analizie potencjalnej innowacyjności

Analizę potencjału innowacyjnego przeprowadzono w odniesieniu do czterech największych europejskich grup telekomunikacyjnych: Deutsche Telekom, France Telecom, Telecom Italia oraz Telefónica. Zgodnie z przyjętą metodyką podstawę oceny potencjału innowacyjnego wymienionych wyżej podmiotów stanowiły dane uzyskane z opublikowanych przez te podmioty skonsolidowanych raportów rocznych za lata 2008–2011.

W odniesieniu do konstrukcji modelu rozmytego oceny potencjalnej innowacyjności przyjęto założenia przedstawione poniżej. I tak, dla wszystkich zmiennych wejściowych modelu przyjęto ten sam słownik wartości lingwistycznych, a ich przestrzeń podzielono na trzy zbiory rozmyte o nazwach {niski, średni, wysoki}. Dla zmiennych wyjściowych modelu przestrzeń wartości lingwistycznych podzielono na pięć zbiorów rozmytych o nazwach {niski, nisko-średni, średni, średnio-wysoki, wysoki}. W przypadku wszystkich funkcji przynależności do poszczególnych zbiorów rozmytych zdecydowano się na ich trójkątny kształt (rysunek 3 oraz rysunek 4). Wartości punktów charakterystycznych zbiorów rozmytych ( $x_1, x_2, x_3$ ) dla poszczególnych zmiennych wejściowych modelu przedstawiono w tabeli 1.

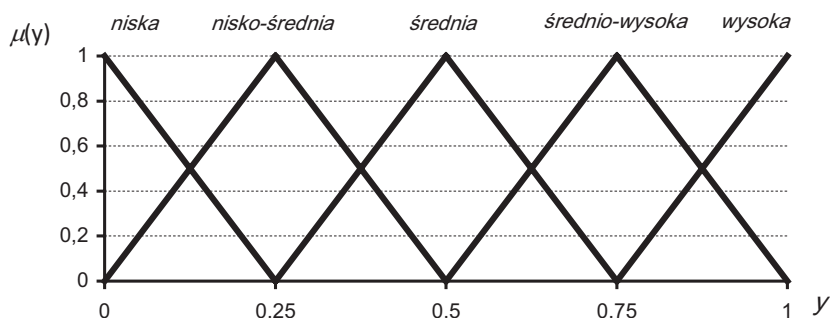
Rysunek 3. Ogólna postać funkcji przynależności dla zbiorów rozmytych zmiennych wejściowych modelu



Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4. Funkcja przynależności dla zbiorów rozmytych zmiennych wyjściowych modelu



Źródło: opracowanie własne.

 Tabela 1. Wartości charakterystyczne  $x_1$ ,  $x_2$  i  $x_3$  zbiorów rozmytych dla zmiennych wyjściowych

Nazwa zmiennej Z	Oznaczenie zmiennej Z	Jednostka miary	Z= niski ( $x_1$ )	Z= średni ( $x_2$ )	Z= wysoki ( $x_3$ )
Liczba pracowników	LP	tys. osób	0	100	200
Ocena kapitału ludzkiego w przeliczeniu na pracownika	KL <sub>p</sub>	tys. euro/osobę	0	30	60
Wartość netto niematerialnych składników majątku	WN	mln euro	0	10000	20000
Stopień nowości niematerialnych składników majątku	S <sub>nWN</sub>	–	0	0,7	1
Wartość netto środków trwałych	ST	mln euro	0	15000	30000
Stopień nowości środków trwałych	S <sub>nST</sub>	–	0	0,7	1
Wolne środki finansowe	WSF	mln euro	0	5000	10000
Wolne przepływy pieniężne	WPP	mln euro	0	5000	10000
Nadwyżka kapitału obrotowego w dniach obrotu	NKOn	dni	0	15	30
Wskaźnik ogólnego zadłużenia	W <sub>oz</sub>	–	0	0,4	0,8
Okres zadłużenia na bazie EBITDA	OZ <sub>EBITDA</sub>	lata	0	3	6
Wartość aktywów mogących stanowić zabezpieczenie spłaty długu	ZD	mln euro	0	35000	70000
Poziom zadłużenia aktywów mogących stanowić zabezpieczenie spłaty długu	ZZD	–	0	0,5	1
Wskaźnik intensywności nakładów na prace badawczo-rozwojowe	W <sub>intB+R</sub>	%	0	1,25	2,5

Wskaźnik odtworzenia niematerialnych składników majątku	Wod <sub>WN</sub>	–	0	1,5	3
Wskaźnik intensywności nakładów na niematerialne składniki majątku	Wint <sub>WN</sub>	%	0	5	10
Wskaźnik odtworzenia środków trwałych	Wod <sub>ST</sub>	–	0	1,5	3
Wskaźnik intensywności nakładów na środki trwałe	Wint <sub>ST</sub>	%	0	7,5	15
Wszystkie wyniki (oceny) pośrednie stanowiące zmienne wejściowe na dalszych poziomach struktury modelu		–	0	0,5	1

Źródło: opracowanie własne.

Następnie, adekwatnie do struktury modelu (rysunek 1), opracowano 12 baz reguł na potrzeby wnioskowania rozmytego (7 baz z 9 regułami oraz 5 baz z 27 regułami postaci „jeżeli – to”). Informacje potrzebne do realizacji tego zadania uzyskano w drodze wywiadu kwestionariuszowego. Adresatami tego wywiadu byli analitycy, inwestorzy giełdowi oraz naukowcy specjalizujący się w analizie fundamentalnej, w tym zwłaszcza w ocenie potencjału rozwojowego przedsiębiorstw. W ocenie potencjalnej innowacyjności poszczególnych spółek przeprowadzono fuzyfikację (rozmycie) zmiennych wejściowych, tzn. dokonano zamiany ich wartości z postaci „ostrej” (liczbowej) na rozmytą, stosując metodę prostej interpolacji liniowej.

W kolejnym etapie, na potrzeby przeprowadzenia wnioskowania rozmytego, zastosowano schemat *SUM-PROD*. Oznacza to, że do realizacji koniunkcji warunków w poszczególnych regułach wykorzystano operację *PROD* (iloczyn), zaś scalanie działania reguł w jeden zbiór wyjściowy (wynikowy) przeprowadzono za pomocą operacji *SUM* (suma arytmetyczna).

W ostatnim z przedstawionych na rysunku 2 etapów do defuzyfikacji rozmytych wyników wnioskowania rozmytego w ramach poszczególnych baz reguł zastosowano uproszczoną wersję metody środka sum, daną wzorem [23, s. 46–64]:

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \sum_{j=1}^m \mu_{B_j} \cdot (y_i)}{\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \mu_{B_j} \cdot (y_i)}$$

gdzie:

$l$  – ilość elementów dyskretnego zbioru podstawowego  $Y$ ,

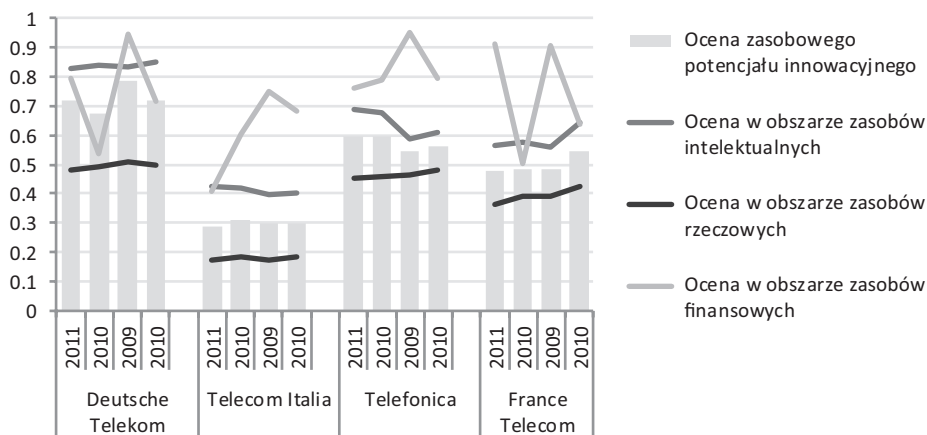
$m$  – ilość reguł modelu rozmytego.

W rezultacie wyniki wnioskowania rozmytego w ramach przyjętych baz reguł wyrażono w postaci ostrej „liczbowej”, przyjmującej wartości w zakresie od 0 do 1.

## 2. Wyniki badań

Jak podkreślono w części metodycznej, na ostateczną ocenę potencjalnej innowacyjności składają się wyniki analizy w dwóch podstawowych obszarach dotyczących odpowiednio: zasobów warunkujących prowadzenie działalności innowacyjnej oraz zaangażowania w ciągły rozwój, rozumianego jako ponoszenie bieżących nakładów na działalność innowacyjną. Wyniki oceny pierwszego z nich przedstawiono na rysunku 5.

Rysunek 5. Ocena zasobowego potencjału innowacyjnego oraz jej podstawowe składowe

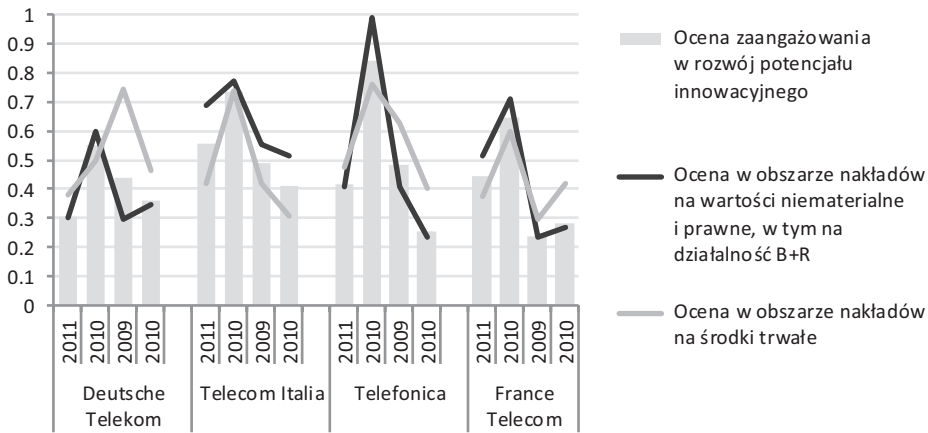


Źródło: opracowanie własne.

Z punktu widzenia zasobowego potencjału innowacyjnego zdecydowany prym wśród badanych podmiotów wiezie Grupa Deutsche Telekom (0,7–0,8). W każdym z analizowanych okresów osiąga najlepsze wyniki w obszarze zasobów intelektualnych i rzeczowych. Przedsiębiorstwo to odnotowuje także wysokie wyniki w obszarze zasobów finansowych. Druga w kolejności Grupa Telefónica (0,6) ustępuje wyraźnie DTG jedynie w obszarze zasobów intelektualnych. Trzecie z badanych przedsiębiorstw – Grupa France Telecom (ok. 0,5) – jest gorsze od DTG także w obszarze zasobów rzeczowych. Najslabiej pod względem zasobowego potencjału innowacyjnego prezentuje się Grupa Telecom Italia (ok. 0,3), wyraźnie ustępując wymienionym wcześniej konkurentom we wszystkich trzech obszarach zasobowych.

O ile zasobowy potencjał innowacyjny badanych grup telekomunikacyjnych jest raczej stabilny w czasie, o tyle zaangażowanie w rozwój tego potencjału podlega dość dynamicznym zmianom (rysunek 6).

Rysunek 6. Ocena zaangażowania w rozwój potencjału innowacyjnego oraz jej podstawowe składowe



Źródło: opracowanie własne.

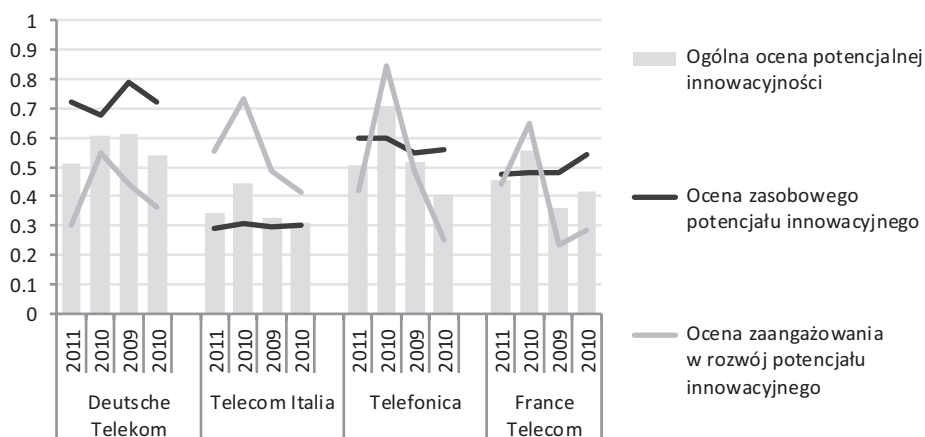
Dla wszystkich badanych przedsiębiorstw ocena w tym obszarze osiąga maksimum w 2010 roku. Liderem pod względem zaangażowania w rozwój potencjału innowacyjnego w badanym okresie jest Grupa Telecom Italia (ocena ok. 0,6 w 2011 roku). Od konkurentów dystansuje ją wysoka ocena w obszarze nakładów na niematerialne składniki majątkowe, w tym również na działalność badawczo-rozwojową. Zbliżone oceny zaangażowania w rozwój charakteryzują Grupę Telefónica oraz France Telecom (oceny ok. 0,4 w 2011 roku). Najgorszą ocenę uzyskuje Grupa Deutsche Telekom (ocena 0,3 w 2011 roku), która w całym okresie cechuje się zdecydowanie najniższym wskaźnikiem intensywności nakładów na prace badawczo-rozwojowe.

Wypadkową ocen w przedstawionych powyżej obszarach jest ogólna ocena potencjalnej innowacyjności (rysunek 7).

W rozpatrywanym okresie ogólna ocena potencjalnej innowacyjności badanych podmiotów kształtuje się na dość przeciętnym poziomie osiągając wartości od 0,4 do 0,6. Ocena ta poprawia się w latach 2008–2010. Jej pogorszenie następuje z kolei w 2011 roku i jest spowodowane spadkiem zaangażowania badanych podmiotów w rozwój potencjału innowacyjnego.

W 2011 najwyższe oceny w zakresie potencjalnej innowacyjności (ok. 0,510) uzyskuje Grupa Deutsche Telekom oraz Grupa Telefónica. W obu przypadkach pozytywny wpływ na końcowy wynik tych grup ma wyraźna przewaga nad konkurentami w zakresie zasobowego potencjału innowacyjnego. Grupa France Telecom osiąga niewiele gorszy wynik – ok. 0,455. Najgorszą ocenę uzyskuje Grupa Telecom Italia (0,346) za sprawą zdecydowanie najniższej oceny zasobowego potencjału innowacyjnego.

Rysunek 7. Ogólna ocena potencjalnej innowacyjności oraz jej główne składowe



Źródło: opracowanie własne.

Wyniki oceny potencjalnej innowacyjności czterech europejskich grup telekomunikacyjnych pozwalają tym organizacjom na samoocenę oraz porównanie do działających w branży konkurentów (benchmarking wewnątrzorganizacyjny i branżowy). Zaś skonfrontowanie tych wyników z oceną innowacyjności rezultatywnej, odzwierciedlającej efekty wykorzystania posiadanego w tym zakresie potencjału, może w dalszej perspektywie, objętej odrębnymi badaniami, stanowić punkt wyjścia do identyfikacji źródeł niskiej innowacyjności oraz podejmowania działań na rzecz jej wzmocnienia.

Uszczegóławiając powyższe wnioski, można stwierdzić, że najsłabsza pod względem potencjalnej innowacyjności grupa telekomunikacyjna, chcąc podążać za liderem, powinna skoncentrować się na wzmocnieniu zasobowego potencjału innowacyjnego, w tym przede wszystkim na uzupełnieniu zasobów rzeczowych, które w stosunku do konkurencji zostały ocenione na zdecydowanie niższym poziomie. W ostatnich dwóch latach w Telecom Italia następuje także znaczne pogorszenie oceny w obszarze zasobów finansowych, co implikuje z kolei konieczność wzmocnienia tej sfery działalności. Niska i malejąca w czasie ocena potencjału zasobowego jest tym bardziej niepokojąca, że grupa do 2010 roku otrzymuje wysokie i rosnące w czasie, porównywalne do konkurentów, oceny w obszarze nakładów na środki trwałe oraz nakładów na wartości niematerialne i prawne, w tym na działalność B+R.

France Telecom wypada w ogólnej ocenie potencjalnej innowacyjności lepiej niż Telecom Italia, ale jest to w stosunku do dwóch pozostałych grup ocena stosunkowo niska. Mimo wysokich ocen w obszarze zaangażowania w ciągły rozwój ocena w obszarze zasobów rzeczowych i intelektualnych pogarsza się w czasie. Spółka powinna zatem skoncentrować się na poszukiwaniu źródeł powstałych w tym zakresie

rozbieżności. Ogólnie słaby wynik grupy wiąże się również ze znaczną zmiennością w czasie i wysoką amplitudą wahań oceny w obszarze zasobów finansowych.

Telefónica uzyskuje dynamicznie rosnącą ocenę za zaangażowanie w ciągły rozwój, otrzymując równocześnie rosnącą ocenę w obszarze zasobów intelektualnych. Na obniżenie ogólnej oceny potencjalnej innowacyjności niekorzystnie wpływają jednak pogarszające się i niskie oceny w obszarze zasobów rzeczowych i finansowych. Są to zatem obszary wymagające doskonalenia.

Deutsche Telecom – najlepsze wśród badanych przedsiębiorstw – powinno skoncentrować się na poprawie oceny w obszarze zasobów finansowych, gdyż jest to obszar o znacznej zmienności uzyskiwanych ocen, z wyraźnym spadkiem ich wartości w latach 2009–2010.

## Podsumowanie

Zaproponowana metoda oceny potencjalnej innowacyjności jest wypadkową różnych podejść do tego zagadnienia, w tym w szczególności metodologii OECD. Jednocześnie można ją potraktować jako pewne rozwiązanie wyjściowe, które w zależności od potrzeb i możliwości informacyjnych może być modyfikowane oraz rozszerzane.

Przedstawiona w artykule metoda uzupełnia lukę w ilościowej metodyce oceny innowacyjności. Jej podstawową zaletą jest uwzględnienie czytelnych i względnie prostych wskaźników finansowych oraz możliwość ich kwantyfikacji na podstawie powszechnie dostępnych sprawozdań finansowych. Należy jednak zwrócić uwagę na to, by interpretacja danych wykorzystywanych w toku jej stosowania była ujednolicona, co pozwoli zapewnić porównywalność otrzymanych wyników.

Metoda ta dzięki wykorzystaniu logiki rozmytej umożliwia także agregację otrzymanych wyników cząstkowych do jednej zbiorczej oceny z wcześniejszym wyodrębnieniem cząstkowych ocen w obszarze zasobów oraz ponoszonych nakładów.

Wykorzystanie proponowanej metody w praktyce umożliwia zarówno analizę porównawczą branżową, jak i międzybranżową. Jej wyniki pozwalają na identyfikację słabych i mocnych stron zasobowego potencjału innowacyjnego badanych przedsiębiorstw, jak również ich zaangażowania w rozwój tego potencjału. Zaś dekompozycja oceny końcowej umożliwia przeprowadzenie tej identyfikacji w sposób bardzo precyzyjny.

Wyniki otrzymane dzięki zastosowaniu prezentowanego modelu mogą posłużyć do przeprowadzenia wielu dodatkowych analiz przyczynowo-skutkowych. Analizy te mogą przykładowo dotyczyć związków między potencjałem innowacyjnym badanych podmiotów a ich innowacyjnością rezultatywną, czy też związków między oceną potencjalnej innowacyjności a oceną rynkową (giełdową) badanych

przedsiębiorstw. Zagadnienia te wymagają jednak szerszych badań i mogą być kontynuowane w ramach kolejnych wątków badawczych, stanowiących przyczynę do odrębnych opracowań.

W odniesieniu do przedstawionych studiów przypadków otrzymane wyniki mogą być wykorzystane do porównań między poszczególnymi spółkami tworzącymi grupę kapitałową, co pozwoli na identyfikację tych obszarów, które powinny być wzmocnione w celu rozwoju potencjału innowacyjnego jednostek wewnątrz grupy oraz całej grupy. Metoda ta może zatem stanowić narzędzie diagnostyczne w zakresie sterowania innowacyjnością w grupie telekomunikacyjnej. Otrzymane dzięki niej wyniki pozwalają także na pozycjonowanie poszczególnych jednostek w grupie oraz samej grupy w stosunku do konkurentów działających w tej samej branży. Wreszcie prezentowana metoda może działać jako system wczesnego ostrzegania przed znaczącym i niepożądanym spadkiem potencjału innowacyjnego w grupie i spółkach ją tworzących.

## Bibliografia

- [1] Chen C.J., Huang J.W., *Strategic human resource practices and innovation performance – the mediating role of knowledge management capacity*, „Journal of Business Research” 2009, No. 62, Vol. 1.
- [2] Chen S.J., Hwang C.L., *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer Verlag 1992.
- [3] Damanpour F., Walter R.M., Avellaneda C.N., *Combinative effects of innovation types and organizational performance: a longitudinal study of service organizations*, „Journal of Management Studies” 2009, No. 46, Vol. 4.
- [4] Damanpour F., Schneider M., *Phases of the adoption of innovation in organizations: effects of environment, organization and top managers*, „British Journal of Management” 2006, Vol. 3, No. 17.
- [5] Darroch J., McNaughton R., *Examining the link between knowledge management practices and types of innovation*, „Journal of Intellectual Capital” 2002, Vol. 3, No. 3.
- [6] Francik A., Pocztownski A., *Procesy innowacyjne*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1991.
- [7] Francik A., *Sterowanie procesami innowacyjnymi w organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2003.
- [8] Grzegorzewski P., *Wspomaganie decyzji w warunkach niepewności. Metody statystyczne dla nieprecyzyjnych danych*, Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2006.
- [9] Hall R., Andriani P., *Managing knowledge associated with innovation*, „Journal of Business Research” 2003, No. 56.



- [10] Janasz W., *Chłonność innowacyjna przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1992.
- [11] Janasz W., Koziół K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, PWE, Warszawa 2007.
- [12] Jasiński A., *Innowacje produktowe w przedsiębiorstwie i ich uwarunkowania*, Wydawnictwo ANS IPG, Warszawa 1987.
- [13] Jiménez-Jiménez D., Sanz-Vall R., *Innovation, organizational learning, and performance*, „Journal of Business Research” 2011, No. 64.
- [14] Kacprzyk J., *Wieloetapowe wnioskowanie rozmyte*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986.
- [15] Kostopoulos K., Papalexandris A., Papachroni M., Ioannou G., *Absorptive capacity, innovation, and financial performance*, „Journal of Business Research” 2011, No. 64.
- [16] Łachwa A., *Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji*, EXIT, Warszawa 2001.
- [17] Laforet S., *Size, strategic, and market orientation affects on innovation*, „Journal of Business Research” 2008, No. 7, Vol. 61.
- [18] Laursen K., Salter A., *Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms*, „Strategic Management Journal” 2006, No. 27.
- [19] Mooi E.A., Frambach R. T., *Encouraging innovation in business relationships – A research note*, „Journal of Business Research” 2012, No. 65.
- [20] Murovec N., Prodan I., *Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: cross-cultural validation of the structural model*, „Technovation” 2009, No. 29, Vol. 12.
- [21] Nawrocki T., *Innowacyjność produktowa przedsiębiorstw. Metodyka oceny na przykładzie spółek giełdowych*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2012.
- [22] Norman P.M., *Knowledge acquisition, knowledge loss, and satisfaction in high technology alliances*, „Journal of Business Research” 2004, No. 57, Vol. 6.
- [23] Piegat A., *Modelowanie i sterowanie rozmyte*, Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2003.
- [24] Pomykalski A., *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2001.
- [25] Szultka S. (red.), *Badanie barier i stymulatorów dotyczących mechanizmów tworzenia i transferu innowacji ze środowiska naukowego do sektora przedsiębiorstw*, IBnGR, Gdańsk 2008.
- [26] Tsai W., *Social structure of “coopetition” within a multiunit organization: coordination, competition, and intraorganizational knowledge sharing*, „Organization Science” 2002, No. 13.
- [27] Tsai W.P., *Knowledge Transfer in intra-organizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance*, „The Academy of Management Journal” 2001, No. 44, Vol. 5.

- [28] Vowles N., Thirkell P., Sinha A., *Different determinants at different times: B2B adoption of a radical innovation*, „Journal of Business Research” 2011, No. 64, s. 1162–1168.
- [29] Yeung A.C.L., Lai K., Yee R.W.Y., *Organizational learning, innovativeness and organizational performance: a qualitative investigation*, „International Journal of Production Research” 2007, No. 45, Vol. 11.
- [30] Zadeh L.A., *Fuzzy sets*, „Information and Control” 1965, Vol. 8.

---

## ZBIORY ROZMYTE W OCENIE INNOWACYJNOŚCI EUROPEJSKICH GRUP TELEKOMUNIKACYJNYCH

### Streszczenie

W artykule podejmuje się próbę odpowiedzi na następujący problem badawczy: W jaki sposób interesariusze zewnętrzni mogą ocenić potencjał innowacyjny przedsiębiorstwa? Celem artykułu jest zatem prezentacja metody oceny potencjalnej innowacyjności przeprowadzanej na podstawie informacji zawartych w sprawozdaniach finansowych przedsiębiorstw. W metodzie tej łączy się analizę finansową oraz logikę rozmytą. Przyjmuje się dwa podstawowe wymiary oceny potencjalnej innowacyjności, odnoszące się do zasobów warunkujących prowadzenie działalności innowacyjnej oraz zaangażowania w ciągły ich rozwój, rozumianego jako ponoszenie bieżących nakładów na działalność innowacyjną. W części empirycznej przedstawiono wykorzystanie zaprezentowanej metody na przykładzie czterech największych europejskich grup telekomunikacyjnych. Wyniki badań pozwalają stwierdzić, że zasoby warunkujące prowadzenie działalności innowacyjnej badanych grup podlegają nieznacznym zmianom w czasie, w przeciwieństwie do zaangażowania w ciągły rozwój, które cechuje się dużą zmiennością. Ponadto grupy o niższej ocenie zasobowego potencjału innowacyjnego silniej angażują się w jego rozwój.

**SŁOWA KLUCZOWE: ANALIZA INNOWACYJNOŚCI, INNOWACYJNOŚĆ POTENCJALNA, LOGIKA ROZMYTA**

---

## FUZZY SETS IN THE ASSESSMENT OF INNOVATIVENESS OF THE EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS GROUPS

### Abstract

The objective of the article is to present the method of assessing potential innovativeness conducted on the basis of information included in the financial statements of enterprises. In this method a financial analysis and fuzzy logic are combined. It takes two basic dimensions of assessing potential innovativeness, referring to the resources being a condition for realization of innovative actions and engagement in their continuous development, understood as bearing current expenditures for innovative actions. In the empirical part, the use of the aforementioned method based on the example of four largest European telecommunications enterprises is presented. The results of the research allow to state that the resources being a condition for realization of innovative actions of the examined groups are subject to insignificant changes in time, in contrast to engagement in continuous development which is characterized by high variability. Furthermore, the groups with lower assessment of the resource innovative potential more strongly engage in its development.

**KEYWORDS: ANALYSIS OF INNOVATIVENESS, POTENTIAL INNOVATIVENESS, FUZZY LOGIC**