



## Koncepcja wykorzystania rozmytego rachunku zdań do oceny skuteczności metod informatycznych wspomagających zarządzanie wiedzą na uczelniach

Agata Szeptuch

Skuteczność to jedna z trzech cech powszechnie uważanych za podstawowe miary sprawnego działania<sup>1</sup>. Badanie skuteczności działania oznaczać będzie ocenę stopnia, w jakim zrealizowane zostały postawione cele tego działania.

Skuteczność metod informatycznych stanowi cenne kryterium ich racjonalnego doboru do wspomaganie procesów zarządzania wiedzą, ponieważ pozwala na określenie stopnia, w jakim metody te będą wspierały realizację założonych celów zarządzania wiedzą.

Z kolei jako stopniowalne, nieostre pojęcie z zakresu nauk ekonomicznych skuteczność można potraktować jako zmienną lingwistyczną o rozmytych zbiorach wartości. W związku z tym możliwe jest opracowanie metody badania skuteczności wykorzystującej logikę rozmytą, a w szczególności rozmyty rachunek zdań.

Opis takiej metody, jak również przykład jej zastosowania w badaniu skuteczności metod informatycznych stosowanych w zarządzaniu wiedzą na uczelniach, przedstawiono w niniejszym opracowaniu.

### Metody informatyczne w zarządzaniu wiedzą

Wspomaganie procesów zarządzania wiedzą w organizacjach stanowi kombinację różnorodnych metod informatycznych<sup>2</sup> stosowanych do wyodrębniania, wartościowania, upowszechniania, przechowywania, porządkowania i generowania wiedzy. Dziś już nikt nie wyobraża sobie codziennej pracy bez implementacji metod wykorzystujących narzędzia do tworzenia dokumentów elektronicznych czy pocztę elektroniczną. Wybór metod i narzędzi informatycznych wspomagających procesy zarządzania wiedzą nie może być procesem przypadkowym – musi być oparty na racjonalnych przesłankach. Racjonalność tę może zapewnić ocena dostępnych metod i narzędzi ze względu na kryterium skuteczności.

### Skuteczność jako kryterium doboru metod informatycznych do wspomaganie zarządzania wiedzą

Skuteczność osiągnięcia celów organizacji jest przedmiotem badań nauk organizacji i zarządzania<sup>3</sup>. Jest to odpowiednie kryterium racjonalnego doboru metod informatycznych do wspomaganie poszczególnych procesów zarządzania wiedzą, gdyż dzięki określeniu stopnia, w jakim wsparcie daną metodą umożliwia realizację założonych celów, możliwe są:

- rezygnacja ze stosowania metod mniej skutecznych na rzecz tych bardziej skutecznych,
- podjęcie działań zmierzających do poprawy skuteczności stosowanych metod.

Racjonalizacja doboru metod informatycznych do wspomaganie procesów zarządzania wiedzą będzie polegała na wyborze tych metod, w przypadku których stopień osiągnięcia przez ich użytkowników zamierzonych celów jest najwyższy.

### Skuteczność jako zmienna lingwistyczna o rozmytych zbiorach wartości

#### Pojęcie zbioru rozmytego

Zbiór to obiekt dający się pojąć jako przestrzenny, złożony z jednorodnych części<sup>4</sup>.

Zbiór można zapisać poprzez podanie jego funkcji charakterystycznej, określonej jako:

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

takiej, że:

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 & \text{dla } x \in Z \\ 0 & \text{dla } x \notin Z \end{cases}$$

<sup>1</sup> Por. K. Sobolewski, *O pojęciu skuteczności i pojęciach związanych*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1998, s. 132.

<sup>2</sup> Pojęcie metody informatycznej zdefiniowano w artykule: A. Szeptuch, *Metody informatyczne jako instrument zarządzania wiedzą*, „e-mentor” 2013, nr 1 (48), s. 60, <http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/48/id/993>.

<sup>3</sup> Porównaj: A. Hamrol, W. Mantura, *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyk*, PWN, Warszawa 2002, s. 67.

<sup>4</sup> Cytowanie za: A. Łachwa, *Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji*, Wydawnictwo Exit, Warszawa, 2001, s. 11.

# Koncepcja wykorzystania rozmytego rachunku zdań...

Wówczas zbiór  $Z$  można zapisać jako zbiór par:

$$Z = \{(x, \varphi(x))\}$$

Dla wielu własności trudno jest określić granicę rozdzielającą elementy spełniające ją od niespełniających, dlatego naturalne wydaje się rozszerzenie pojęcia zbiorów poprzez rozszerzenie wartości funkcji<sup>5</sup>  $\varphi$  z równania 2. Wówczas uzyskamy definicję zbioru rozmytego  $A$  określonego w przestrzeni  $X$  jako zbiór par:

$$A = \{(\mu_A(x), x)\}$$

gdzie:

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

jest funkcją przynależności, która każdemu elementowi przestrzeni  $X$  przyporządkowuje stopień przynależności do danego zbioru rozmytego  $A$ <sup>6</sup>. Stopień przynależności  $\mu_A(x) = 0$  oznacza nieprzynależność elementu  $x$  z przestrzeni  $X$  do zbioru  $A$ , stopień przynależności  $0 < \mu_A(x) < 1$  oznacza z kolei częściową przynależność elementu  $x$  z przestrzeni  $X$  do zbioru  $A$ , a  $\mu_A(x) = 1$  to całkowita przynależność elementu  $x$  z przestrzeni  $X$  do zbioru  $A$ .

## Pojęcie zmiennej lingwistycznej

Do oceny skuteczności proponuje się wykorzystanie tzw. podejścia lingwistycznego. Pojęcie pierwotne dla podejścia lingwistycznego stanowi zmienna lingwistyczna (*linguistic variable*). Określenie „zmienna lingwistyczna” wiąże się z faktem, iż jej wartości nie są liczbami, lecz słowami lub zdaniami prostymi, używanymi w języku naturalnym stosowanym w komunikacji międzyludzkiej<sup>7</sup>.

Zmienną lingwistyczną definiuje się następująco:

Zmienną lingwistyczną nazywamy czwórkę  $(Z, T, U, m)$ ,

gdzie:

$Z$  – to nazwa zmiennej lingwistycznej,

$T$  – zbiór terminów (zbiór wartości rozmytych),

$U$  – uniwersum (zbiór wartości liczbowych),

$m$  – interpretacja (reguła semantyczna, która łączy wartości z  $T$  ze zbiorami rozmytymi określonymi na  $U$ )<sup>8</sup>.

## Skuteczność jako zmienna lingwistyczna

Za uznaniem skuteczności za zmienną lingwistyczną przemawiają co najmniej trzy przesłanki:

1. Skuteczność, jako jedna z miar sprawnego działania, jest nieostrym pojęciem z zakresu ekonomii. Z uwagi na tę nieostrość trudno jest określić skuteczność działania z wykorzystaniem klasycznego aparatu matematyki – nie da się w prosty sposób przełożyć skuteczności na liczbę. Istnieje zatem potrzeba opracowania nowego sposobu matematycznego opisu nazw nieostrych – takiego, który pozwoli zachować nieostrość tych pojęć, zapewniając równocześnie jednoznaczne ich rozumienie<sup>9</sup>. Wykorzystanie aparatu zbiorów rozmytych wydaje się w tym przypadku właściwe, ponieważ *dość dobrze nadaje się on do modelowania zjawisk niepewnych, nieostrych czy niedokładnie określonych*<sup>10</sup>.
2. Badanie skuteczności można przeprowadzić w oparciu o analizę opinii ludzi, których oceny mogą być „miękkie”, *systemy wartości nieprecyzyjne, pojęcie racjonalności nieprecyzyjnie określone itd.*<sup>11</sup> W efekcie takich badań uzyska się subiektywne, nieprecyzyjne, czasem bardzo różniące się od siebie wyniki. Wyciągnięte w oparciu o nie wnioski będą więc w dużym stopniu niepewne, a modelowanie zjawisk w takich warunkach jest głównym zastosowaniem zbiorów rozmytych.
3. Skuteczność jest stopniowalna i może przyjmować wartości ze zbioru  $[0, 1]$ , co pozwala na wysnuwanie analogii do funkcji przynależności zbiorów rozmytych.

## Ocena skuteczności metod informatycznych wspomagających zarządzanie wiedzą na uczelniach

Ocenę skuteczności metod informatycznych wspomagających zarządzanie wiedzą na uczelniach proponuje się przeprowadzić zgodnie z prezentowanym w dalszej części opracowania algorytmem.

## Określenie założeń badawczych

Głównym problemem badawczym jest ocena skuteczności metod informatycznych wspomagających zarządzanie wiedzą na uczelniach. Przedmiot badań stanowią w związku z tym metody informatyczne wykorzystywane do wspomagania procesów zarządzania wiedzą, a podmiot badań – pracownicy naukowo-dydaktyczni publicznych uczelni o profilu

<sup>5</sup> L. Bolc, W. Borodziejewicz, M. Wójcik, *Podstawy przetwarzania informacji niepewnej i niepełnej*, PWN, Warszawa 1991, s. 46.

<sup>6</sup> J. Kacprzyk, *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*, PWN, Warszawa 1986, s. 22.

<sup>7</sup> M. Białko, *Metody i zastosowania sztucznej inteligencji*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1996, s. 88.

<sup>8</sup> A. Łachwa, dz.cyt., s. 188.

<sup>9</sup> Por. W. Ostasiewicz, *Zastosowanie zbiorów rozmytych w ekonomii*, PWN, Warszawa 1986, s. 26.

<sup>10</sup> K. Mizera, *Modelowanie procesów decyzyjnych w rozmytej sytuacji decyzyjnej*, [w:] *Informatyka w dydaktyce i badaniach naukowych szkół ekonomicznych*, materiały z konferencji naukowej w AE w Katowicach, WAE w Katowicach, Katowice 1989, s. 52.

<sup>11</sup> J. Kacprzyk, *Wieloetapowe sterowanie rozmyte*, WNT, Warszawa 2001, s. 315.

ekonomicznym, wykorzystujący te metody w swojej codziennej pracy.

### Definicja zmiennej lingwistycznej

Niech  $Z_L$  będzie zmienną lingwistyczną wyrażoną poprzez zdanie oznajmujące postaci:

$Z_L =$  metoda informatyczna wspomagająca zarządzanie wiedzą jest skuteczna.

Zdanie to poddaje się ocenie, określając stopień jego prawdziwości poprzez przypisywanie mu wartości lingwistycznych  $t_i$  stanowiących zbiór termów  $T$ :

$T = \{zdecydowanie skuteczna, skuteczna, raczej skuteczna, trudno powiedzieć, raczej nieskuteczna, nieskuteczna, zdecydowanie nieskuteczna\}$  o uniwersum  $U =$  od 0 do 1.

Zakłada się, że zmienna  $Z_L$  jest zmienną właściwą, czyli taką, której zbiory rozmyte są liczbami rozmytymi na zbiorze  $[0, 1]$  oraz są uporządkowane relacją mniejszości<sup>12</sup>.

### Definicja atrybutów zmiennej lingwistycznej

Zmienna lingwistyczna  $Z_L$  może być reprezentowana przez wiele atrybutów rozmytych, będących wyznaczonymi do osiągnięcia celami wspomagania zarządzania wiedzą metodami informatycznymi<sup>13</sup>. Załóżmy, że istnieje dziesięć takich celów. Każdy

z nich stanowi również zmienną lingwistyczną, którą nazwiemy  $Z_{L_n}$ , gdzie  $n \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ , o zbiorze termów  $T = \{zdecydowanie tak, tak, raczej tak, trudno powiedzieć, raczej nie, nie, zdecydowanie nie\}$  i uniwersum  $U = [0, 1]$ . Zakłada się, iż każda ze zmiennych lingwistycznych  $Z_{L_n}$  jest zmienną właściwą.

### Ustalenie rozmytych ograniczeń termów $t_i$ z $T$

Każdy term  $t_i$  z  $T$  można scharakteryzować zbiorem rozmytym  $A_i$ , określonym na uniwersum będącym skalą liczbową między 0 a 1. Ograniczenia dla termów  $t_i$  z  $T$  można ustalić np. z wykorzystaniem metody statystycznej ankietowej, uzyskując wyniki jak w tabeli 1.

### Zdefiniowanie reguły semantycznej przyporządkowującej każdej wartości lingwistycznej $t_i$ z $T$ zbiór rozmyty określony na uniwersum $U$

Zbiory rozmyte  $A_i$  są przyporządkowywane poszczególnym termom  $t_i$  za pośrednictwem odpowiedniej reguły semantycznej  $\mu_i(x)$ . Aby ustalić kształt tej reguły, należy najpierw określić własności zbiorów rozmytych  $A_i$ . Własności te, po przeprowadzeniu operacji normalizacji, można opisać jak w tabeli 2. Wysokość dla każdego zbioru rozmytego  $A_i$  jest równa 1, a każdy zbiór rozmyty  $A_i$  posiada jednoelementowe

Tabela 1. Rozmyte ograniczenia dla termów  $t_i$  z  $T$

Term/ ograniczenie	Zdecydowanie tak	Tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Nie	Zdecydowanie nie
Od :	0,90	0,60	0,50	0,30	0,10	0,00	0,00
Do:	1,00	1,00	0,90	0,70	0,50	0,40	0,10

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Własności zbiorów rozmytych  $A_i$  opisujących  $t_i \in T$

Term	Nośnik	Jądro	Wysokość
Zdecydowanie tak	$\langle 0,9, 1 \rangle$	$x = 1$	1
Tak	$\langle 0,6, 1 \rangle$	$x = 0,8$	1
Raczej tak	$\langle 0,5, 0,9 \rangle$	$x = 0,7$	1
Trudno powiedzieć	$(0,3, 0,7)$	$x = 0,5$	1
Raczej nie	$(0,1, 0,5)$	$x = 0,3$	1
Nie	$\langle 0, 0,4 \rangle$	$x = 0,2$	1
Zdecydowanie nie	$\langle 0, 0,1 \rangle$	$x = 0$	1

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Rozkład wartości funkcji przynależności  $\mu_{nie}(x)$  do zbioru rozmytego  $A_{nie}$

x	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	> 0,4
$\mu_{nie}(x)$	0,06	0,07	0,47	0,5	1	0,47	0,41	0,03	0,02	0,00

Źródło: opracowanie własne.

jądro. Ostatnia własność oznacza równocześnie, że każdy ze zbiorów rozmytych  $A_i$  posiada w wartości  $x$ , będącej jądrem, wartość szczytową.

Następnie należy określić kształt reguły semantycznej dla termu podstawowego  $\mu_{nie}(x)$ .

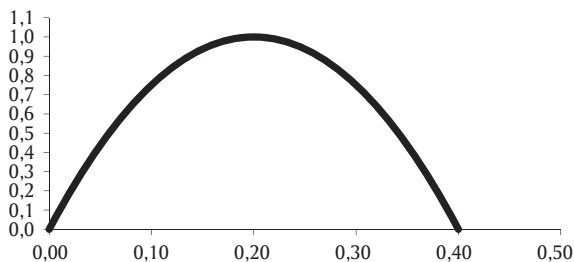
Rozkład wartości funkcji przynależności  $\mu_{nie}(x)$  do zbioru rozmytego  $A_{nie}$  przedstawiono w tabeli 3. Przyjmuje się, iż stopień przynależności elementu  $\mu_{nie}(x)$  do zbioru rozmytego  $A_{nie}$ , wyznaczony metodą statystyczną ankietową to stosunek odpowiedzi respondentów, że element  $\mu_{nie}(x)$  należy do zbioru rozmytego  $A_{nie}$ , do wszystkich odpowiedzi.

<sup>12</sup> Por. A. Łachwa, dz.cyt., s. 198.

<sup>13</sup> Cele wspomagania metodami informatycznymi zarządzania wiedzą na uczelniach opisano w artykule: A. Szeptuch, *Skuteczność metod informatycznych stosowanych w procesie zarządzania wiedzą na uczelniach*, „e-mentor” 2013, nr 3 (50), s. 64, <http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/50/id/1025>.

# Koncepcja wykorzystania rozmytego rachunku zdań...

**Rysunek 1. Reguła semantyczna definiująca term „nie”**



Źródło: opracowanie własne.

Zakładając, że zachowana ma zostać postać normalna zbioru ( $\mu_{nie}(0,2) = 1$ ) oraz że wartości funkcji przynależności dla  $\mu_{nie}(0) \approx 0$  i  $\mu_{nie}(0,4) \approx 0$ , znaczenie termu podstawowego „nie” opisano następującą regułą semantyczną:

$$\mu_{nie}(x) = \begin{cases} -25x^2 + 10x & \text{dla } x \leq 0,4 \\ 0 & \text{dla } x > 0,4 \end{cases}$$

## Równanie 1

$$\mu_{zdecydowanie\ nie}(x) = \begin{cases} 10000x^4 - 4000x^3 + 600x^2 - 40x + 1 & \text{dla } x \leq 0,1 \\ 0 & \text{dla } x > 0,1 \end{cases}$$

$$\mu_{nie}(x) = \begin{cases} -25x^2 + 10x & \text{dla } x \leq 0,4 \\ 0 & \text{dla } x > 0,4 \end{cases}$$

$$\mu_{raczej\ nie}(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0,1 \\ -25x^2 + 15x - 1,25 & \text{dla } x \in \langle 0,1, 0,5 \rangle \\ 0 & \text{dla } x > 0,5 \end{cases}$$

$$\mu_{trudno\ powiedziec}(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0,3 \\ -25x^2 + 25x - 5,25 & \text{dla } x \in \langle 0,3, 0,7 \rangle \\ 0 & \text{dla } x > 0,7 \end{cases}$$

$$\mu_{raczej\ tak}(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0,5 \\ -25x^2 + 35x - 11,25 & \text{dla } x \in \langle 0,5, 0,9 \rangle \\ 0 & \text{dla } x > 0,9 \end{cases}$$

$$\mu_{tak}(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0,6 \\ -25x^2 + 40x - 15 & \text{dla } x \geq 0,6 \end{cases}$$

$$\mu_{zdecydowanie\ tak}(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0,9 \\ 10000x^4 - 36000x^3 + 48600x^2 - 29160x + 6561 & \text{dla } x \geq 0,9 \end{cases}$$

**Tabela 4. Oceny respondentów dla metody informatycznej  $M_n$**

Nr zdania	Zdecydowanie tak	Tak	Raczej tak	Trudno powiedziec	Raczej nie	Nie	Zdecydowanie nie
1.							
2.							
(...)							
10.							

Źródło: opracowanie własne.

Regułę tę uzyskano poprzez wykonanie operacji wyznaczania linii trendu dla wykresu utworzonego w oparciu o wartości  $x$  i  $\mu_{nie}(x)$  z tabeli 6.

Regułę semantyczną definiującą term „nie” zilustrowano rysunkiem 1.

Funkcje określające pozostałe termy  $t_i \in T$  można uzyskać poprzez wyostrzenie lub rozrzedzenie funkcji przynależności  $\mu_{nie}(x)$ . Znaczenie wszystkich termów  $t_i$  z  $T$  opisuje reguła semantyczna z równania 1.

## Obliczenie wartości oceny dla każdego atrybutu pierwotnego zmiennej lingwistycznej

Atrybuty pierwotne zmiennej  $Z_i$  to cele wspomagania metodami informatycznymi zarządzania wiedzą na uczelniach. Stopień realizacji poszczególnych celów oblicza się, wykorzystując regułę semantyczną określającą znaczenie termów  $t_i \in T$  oraz opinie respondentów, którzy określają stopień realizacji tych celów poprzez wybór jednego z termów dla poszczególnych dziesięciu zdań opisujących cele  $C_n$ .

Dla każdej z badanych metod informatycznych  $M_n$  tworzy się tablicę, której wzór stanowi tabela 4.

**Tabela 5. Prawdopodobieństwo wyboru termu  $t_i$  z  $T$  jako oceny zdania opisującego cel  $C_n$  dla metody  $M_n$** 

Nr zdania	Zdecydowanie tak	Tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Nie	Zdecydowanie nie
1.							
2.							
(...)							
10.							

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 6. Stopień przynależności skuteczności wyrażonej liczbą z przedziału  $[0,1]$  do termu  $t_i \in T$** 

x	$\mu_{Zdecydowanie\ tak}(x)$	$\mu_{Tak}(x)$	$\mu_{Raczej\ tak}(x)$	$\mu_{Trudno\ powiedziec}(x)$	$\mu_{Raczej\ nie}(x)$	$\mu_{Nie}(x)$	$\mu_{Zdecydowanie\ nie}(x)$
0,00							
0,01							
(...)							
1,00							

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 7. Stopień realizacji celu  $C_n$  dla metody  $M_n$** 

x	Zdecydowanie tak	Tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Nie	Zdecydowanie nie
0,00							
0,01							
(...)							
1,00							

Źródło: opracowanie własne.

Wiersz nagłówekowy to kolejne termu  $t_i \in T$ , natomiast kolumna nagłówekowa to numery zdań wyrażających cele  $C_n$ , których prawdziwość w odniesieniu do badanej metody jest oceniana. Tabelę wypełnia się danymi będącymi liczbą wyborów termu  $t_i \in T$  jako oceny prawdziwości kolejnego zdania.

Następnie tworzy się tablicę prawdopodobieństw wyboru termu  $t_i \in T$  jako oceny prawdziwości kolejnych zdań dla każdej z badanych metod informatycznych  $M_n$  (tabela 5).

Kolejnym krokiem procedury jest obliczenie wartości funkcji przynależności  $\mu_i$ , zgodnie z regułą semantyczną opisaną równaniem 7 dla  $x \in [0, 1]$ . W tym celu tworzy się tablicę (tabela 6), której pierwsza kolumna wypełniona zostaje serią wartości  $x \in [0, 1]$  o kroku 0,01, zaś siedem kolejnych kolumn to wartości funkcji przynależności kolejnych  $x$  do termów  $t_i$  określających, w jakim stopniu skuteczność metody informatycznej, wyrażoną liczbą z przedziału  $[0, 1]$ , można określić termem  $t_i \in T$ .

Następnie oblicza się stopień realizacji poszczególnych dziesięciu celów  $C_n$  dla metody  $M_n$ . Dla każdej metody informatycznej stopień realizacji każdego z celów oblicza się oddzielnie poprzez obliczenie iloczynu stopnia, w jakim wartość skuteczności określona liczbowo w przedziale  $[0, 1]$  przynależy do danego termu  $t_i$ , oraz prawdopodobieństwa wyboru termu  $t_i$  jako oceny prawdziwości danego zdania wyrażającego

cel  $C_n$ . Stopień realizacji celu  $C_n$  jest liczbą z przedziału  $[0, 1]$ . W efekcie tak przeprowadzonych obliczeń uzyskuje się tablicę odpowiadającą tabeli 7, w której pierwsza kolumna wypełniona zostaje serią wartości  $x \in [0, 1]$  o kroku 0,01, zaś siedem kolejnych kolumn to stopnie realizacji celu  $C_n$  dla metody informatycznej  $M_n$ .

#### Obliczenie łącznej oceny dla zmiennej lingwistycznej

Stopień realizacji wszystkich celów dla metody  $M_n$  oblicza się, wykonując operację przecięcia zbiorów rozmytych, co oznacza wyznaczenie wartości minimalnej dla odpowiadających sobie wartości z wszystkich dziesięciu tablic określających stopnie realizacji kolejnych celów  $C_n$  dla metody  $M_n$ . Wartość ta jest również liczbą z przedziału  $[0, 1]$ .

W efekcie wykonania operacji przecięcia zbiorów rozmytych uzyskuje się tablicę wartości, której przykładowy wygląd ilustruje tabela 8. Uzyskane tu wartości obrazują stopień realizacji wszystkich założonych celów dla metody informatycznej  $M_n$ .

W ostatnim wierszu tablicy wyznacza się wartość maksymalną z kolumny wartości. Jest to maksymalna wartość, jaką metoda informatyczna uzyskała dla danego termu  $t_i$ .

Operacja maksimum z wartości funkcji przynależności opisujących zbiory rozmyte ma swe uzasadnienie w zastosowaniu spójnika zdaniowego „lub”.

**Tabela 8. Stopień osiągnięcia wszystkich celów dla metody  $M_n$**

x	Zdecydowanie osiągnięte	Osiągnięte	Raczej osiągnięte	Trudno powiedzieć	Raczej nieosiągnięte	Nieosiągnięte	Zdecydowanie nieosiągnięte
0,00							
0,01							
(...)							
1,00							
MAX							

Źródło: opracowanie własne.

### Ustalenie stopnia przynależności wartości zmiennej lingwistycznej do zdefiniowanych zbiorów rozmytych

Kolejnym krokiem w procedurze jest stworzenie zbiorczej tablicy maksymalnych wartości stopni realizacji wszystkich celów wspomaganie metodami informatycznymi zarządzania wiedzą na uczelniach wyższych, uzyskanych dla termu  $t_i$ , dla wszystkich badanych metod informatycznych  $M_n$  (tabela 9).

**Tabela 9. Stopień osiągnięcia celów wspomaganie metodami informatycznymi zarządzania wiedzą dla kolejnych metod  $M_n$**

	Term	Metoda 1	(...)	Metoda n
STOPIEŃ OSIĄGNIĘCIA CELU	Zdecydowanie osiągnięte	a		
	Osiągnięte	b		
	Raczej osiągnięte	c		
	Trudno powiedzieć	d		
	Raczej nieosiągnięte	e		
	Nieosiągnięte	f		
	Zdecydowanie nieosiągnięte	g		

Źródło: opracowanie własne.

W zależności od uzyskanych wartości będziemy mówić, że stopień osiągnięcia celów dla metody 1 przynależy do termu *Zdecydowanie osiągnięte* w stopniu a, do termu *Osiągnięte* w stopniu b, do termu *Raczej osiągnięte* w stopniu c, do termu *Trudno powiedzieć* w stopniu d, do termu *Raczej nieosiągnięte* w stopniu e, do termu *Nieosiągnięte* w stopniu f oraz do termu *Zdecydowanie nieosiągnięte* w stopniu g.

### Ocena skuteczności

Wnioskowanie o skuteczności metod informatycznych odbywa się z wykorzystaniem rozmytej reguły wnioskowania *modus ponens*, którą opisuje schemat wnioskowania z równania 2.

#### Równanie 2

Przesłanka	x jest A'
Implikacja	JEŻELI x jest A TO y jest B
Wniosek	y jest B'

gdzie A, A'  $\subseteq$  X oraz B, B'  $\subseteq$  Y są zbiorami rozmytymi, natomiast x i y są zmiennymi lingwistycznymi.

Wnioskowanie o skuteczności zgodnie z rozmytą regułą wnioskowania *modus ponens* przy założeniu, iż zdanie x wyraża cele do osiągnięcia, a zdanie y skuteczność metody, prezentuje tabela 10.

**Tabela 10. Skuteczność metod informatycznych**

	Term	Metoda 1	(...)	Metoda n
SKUTECZNOŚĆ	Zdecydowanie skuteczna	a		
	Skuteczna	b		
	Raczej skuteczna	c		
	Trudno powiedzieć	d		
	Raczej nieskuteczna	e		
	Nieskuteczna	f		
	Zdecydowanie nieskuteczna	g		

Źródło: opracowanie własne.

Interpretację wyników z tabeli 10 przeprowadza się analogicznie do interpretacji w przypadku tabeli 9.

Aby ocenić skuteczność metody informatycznej, tworzy się model regułowy, który przyjmuje następującą postać:

Jeżeli ( $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = a$  lub  $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = b$  lub  $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = c$ ), to metoda informatyczna jest skuteczna.

Jeżeli ( $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = d$ ), to trudno powiedzieć, czy metoda informatyczna jest skuteczna.

Jeżeli ( $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = e$  lub  $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = f$  lub  $\max\{a, b, c, d, e, f, g\} = g$ ), to metoda informatyczna jest nieskuteczna.

### Podsumowanie i wnioski

W artykule zaprezentowano autorską koncepcję oceny skuteczności działania z wykorzystaniem rozmytego rachunku zdań. Na wstępie podkreślono ogromne znaczenie oceny skuteczności jako podstawowej miary każdego działania. Ocena taka daje szansę na racjonalizację działań, a co za tym idzie, wpływa na poprawę wyników uzyskiwanych przez organizację.

Koncepcję oceny skuteczności ujęto w dziewięcioetapowym algorytmie, którego realizację omówiono na przykładzie oceny skuteczności wspomaganie zarządzania wiedzą na uczelniach wyższych metodami informatycznymi. Realizacja algorytmu pozwala

na jednoznaczną ocenę stosowanych na uczelniach metod informatycznych, a porównanie ocen – na wskazanie tych najskuteczniejszych. Wyniki oceny powinny stać się impulsem do wprowadzenia zmian w zakresie stosowanych metod.

Podkreślić jednak należy, iż prezentowana koncepcja ma charakter uniwersalny i może być wykorzystywana do badania nie tylko skuteczności, ale również innych aspektów działania, na przykład gotowości operacyjnej.

### Bibliografia

M. Białko, *Metody i zastosowania sztucznej inteligencji*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1996.

L. Bolc, W. Borodziejewicz, M. Wójcik, *Podstawy przetwarzania informacji niepewnej i niepełnej*, PWN, Warszawa 1991.

A. Hamrol, W. Mantura, *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyk*, PWN, Warszawa 2002.

J. Kacprzyk, *Wieloetapowe sterowanie rozmyte*, WNT, Warszawa 2001.

J. Kacprzyk, *Zbiory rozmyte w analizie systemowej*, PWN, Warszawa 1986.

A. Łachwa, *Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji*, Wydawnictwo Exit, Warszawa 2001.

K. Mizera, *Modelowanie procesów decyzyjnych w rozmytej sytuacji decyzyjnej*, [w:] *Informatyka w dydaktyce i badaniach naukowych szkół ekonomicznych*, Materiały z konferencji naukowej w AE w Katowicach, WAE w Katowicach, Katowice 1989.

W. Ostasiewicz, *Zastosowanie zbiorów rozmytych w ekonomii*, PWN, Warszawa 1986.

K. Sobolewski, *O pojęciu skuteczności i pojęciach związanych*, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1998.

A. Szeptuch, *Metody informatyczne jako instrument zarządzania wiedzą*, „e-mentor” 2013, nr 1 (48), s. 60–65, <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/48/id/993>.

A. Szeptuch, *Skuteczność metod informatycznych stosowanych w procesie zarządzania wiedzą na uczelniach*, „e-mentor” 2013, nr 3 (50), s. 61–66, <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/50/id/1025>.

### The idea of applying the fuzzy calculus for the evaluation of the efficiency of IT methods used for supporting knowledge management at universities

*The support of knowledge management processes in organizations is a combination of various IT methods used for extracting, evaluating, disseminating, storing, organizing and generating knowledge. The selection of IT methods supporting knowledge management processes cannot be random, but must be based on rational premises. This rationality can be provided by the evaluation of the available methods and tools based on the criterion of effectiveness.*

*Efficiency, as a gradable, fuzzy concept of economic science can be seen as a fuzzy linguistic variable set of values. Consequently, it is possible to develop a method for testing the effectiveness which use fuzzy logic, in particular, the fuzzy calculus.*

*The description of the method, as well as an example of its application in the study of the effectiveness of IT methods used in knowledge management in universities, have been presented in this study. It should be underlined that the method presented here is universal and can be used not only for the evaluation of performance but also of other aspects of activity, such as operating capability.*

## POLECAMY

### HEInnovate

Komisja Europejska oraz OECD stworzyły nowy serwis HEInnovate, który służy jako narzędzie samooceny dla uczelni wyższych. Aby sprawdzić swoją uczelnię, należy zarejestrować się w serwisie i wypełnić kwestionariusz obejmujący siedem dziedzin: przywództwo i zarządzanie, zdolności organizacyjne, poziom nauczania i uczenia, wsparcie dla przyszłych przedsiębiorców, współpracę z biznesem, internacjonalizację działalności oraz oddziaływanie uczelni na otoczenie. W rezultacie można uzyskać tabelę ze swoimi wynikami oraz zapoznać się ze wskazówkami dotyczącymi dalszego rozwoju.

Więcej informacji można znaleźć na stronie: <https://heinnovate.eu/intranet/main/index.php>.