

# MODEL ROZWOJU I WYKORZYSTANIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH ZARZĄDZANIA

Sławomir LUŚCIŃSKI, Waław GIERULSKI

**Streszczenie:** W pracy zaprezentowano metodę identyfikacji rozwoju i wykorzystania systemów informatycznych zarządzania (SIZ) z zastosowaniem modelu diagnostycznego. Metoda umożliwia wskazanie strategii rozwoju SIZ organizacji na podstawie zdiagnozowanych luk rozwojowych. Przedstawiono założenia modelu oraz sposób analizy danych empirycznych z wykorzystaniem podejścia ilościowego i reguły decyzyjne stosowane w interpretacji zagregowanych danych (wskaźników i luk rozwoju). Zaprezentowano wyniki badań grupy organizacji przeprowadzonych z zastosowaniem modelu diagnostycznego.

**Słowa kluczowe:** systemy informatyczne zarządzania, modele diagnostyczne.

## 1. Wstęp

Procesy informacyjne obejmujące informacje gospodarcze mają kluczowe znaczenie dla zarządzania współczesnymi organizacjami. Efektywność kierowania wyznaczają przede wszystkim możliwości w zakresie pozyskiwania, przetwarzania i przekazywania informacji. Szczególnego znaczenia dla rozwoju i wzrostu organizacji nabiera stosowanie technologii informatycznych i komunikacyjnych (TIT): spełniając funkcje integrujące, scalające i porządkujące, sprzyjają procesom komunikacyjnym, informacyjnym, organizacyjnego uczenia się a w konsekwencji tworzą infrastrukturalną platformę wdrażania nowoczesnych koncepcji, metod i technik zarządzania. Tworzenie i wykorzystywanie Systemów Informatycznych Zarządzania (SIZ) jest jednym z najważniejszych sposobów podnoszenia racjonalności decyzji podejmowanych w zarządzaniu organizacją.

Kierując się wskazaniem podejścia naukowego w dziedzinie zarządzania, które obrazuje stwierdzenie jednego z twórców systemu Six Sigma:

*„Jeżeli nie mierzymy, to nic nie wiemy. Jeżeli nie wiemy, to nie możemy działać.*

*Jeżeli nie działamy, to narażamy się na straty” (M. J. Harry)*

należy dążyć do tego, aby poznawanie i opisanie natury systemów informatycznych zarządzania i ich roli w organizacji opierać na metodach ilościowych, co wiąże się z pomiarem.

W literaturze przedmiotu i w praktyce firm doradczych występuje podejście ekonomiczne, w którym bada się związek pomiędzy nakładami na technologie informatyczne (IT) a produktywnością organizacji, efektywność inwestycji informatycznej na podstawie oceny opłacalności jako relacji efektów uzyskanych w wyniku wdrożenia systemu do wartości nakładów. Wśród metod oceny przedsięwzięć informatycznych wyróżnia się metody [1]: pełnych kosztów posiadania informatyki (*Total Cost of Ownership – TCO*), całkowitego wpływu ekonomicznego (*Total Economic Impact – TEI*), opcji rzeczywistych (*Real Options Metod – ROM*), informatycznej karty wyników (*Information Technology Scoreboard - ITSC*), ekonomiki informacji (*Information*

*Economics* – IE), oczekiwanej wartości informacji (*Expected Value of Information* – EVI), ekonomiki dostarczonej informacji (*Applied Information Economics* – AIE).

Każda z powyższych metod ma na celu wyznaczenie minimalnego progu zyskowności projektu. Przywołane metody umożliwiają zarówno ocenę planowanych projektów związanych z rozwojem SIZ, jak i badanie w trakcie oraz po zakończeniu realizacji projektu. Zważywszy na naturę źródeł danych oraz wyniku końcowego analizy można przywołane metody sklasyfikować jako podejście ekonomiczne. Z punktu widzenia zarządzania organizacją podejście ekonomiczne w ocenie efektywności SIZ umożliwia głównie racjonalizację decyzji wyboru określonego rozwiązania informatycznego. Brak jest natomiast metody, wspomagającej racjonalne podejmowanie decyzji w zakresie rozwoju i wykorzystania SIZ.

W uzupełnieniu do istniejących metod proponuje się nowe podejście i związaną z nim nową metodę, zgodnie z którą po identyfikacji (diagnozie) stanu istniejącego SIZ i określeniu stanu pożądanego na podstawie modelu diagnostycznego, wskazywana jest droga prowadząca do zniwelowania różnicy pomiędzy tymi stanami z wykorzystaniem metody idealizacji w określaniu stanów i sposobów postępowania. Zgodnie z tezą K. Poppera według której „*nie sposób cokolwiek zaobserwować, bez wcześniejszych oczekiwań ukształtowanych przez posiadane przez nas teorie*” [2] konieczne jest w tym celu stworzenie modelu, którego mierzalne parametry umożliwią określenie poziomu rozwoju i wykorzystania systemów informatycznych zarządzania w organizacji.

## 2. Model rozwoju i wykorzystania systemów informatycznych zarządzania

Dla objaśnienia procesu absorpcji technologii informatycznych (IT) w organizacjach Richard L. Nolan zaproponował model fazowy wzrostu [3, 4, 5] w którym wyróżnił fazy rozwoju technologii informatycznych. W zmodyfikowanym modelu Nolana [6] uwzględniającym aktualny stan technologii informatycznych wyróżnia się następujące fazy rozwoju:

- Faza I – Inicjacja (*Initiation*),
- Faza II – Rozpowszechnianie (*Contagion*),
- Faza III – Kontrola (*Control*),
- Faza IV – Integracja (*Integration*),
- Faza V – Architektura danych (*Architecture*),
- Faza VI – Odmasowienie (*Demassing*),
- Faza VII – Usieciowienie (*Networking*).

Stopień rozwoju SIZ można określić w sposób dyskretny poprzez przypisanie do odpowiedniej fazy rozwoju na podstawie analizy zgodności własności badanego obiektu z wzorcowymi własnościami charakterystycznymi dla każdej z faz, przy czym faza o numerze wyższym odpowiada wyższemu stopniowi rozwoju. Skala dyskretna jest niezbyt dogodna w procesie pomiaru, lepsza wydaje się być skala ciągła. Można to uzyskać przez wprowadzenie wskaźnika rozwoju SIZ (wskaźnik Nolana) stanowiącego miarę ciągłą na której można wskazać przedziały wartości wskaźnika charakterystyczne dla każdej z siedmiu faz rozwoju.

Bazując na koncepcji Nolana proponuje się fazowy model rozwoju i wykorzystania systemów informatycznych zarządzania, w którym do identyfikacji fazy rozwoju stosuje się trzy parametry nazwane wskaźnikami Nolana:

- wskaźnik technologii  $y_{NT}$ ,

- wskaźnik użytkowania  $y_{NU}$ ,
- wskaźnik oczekiwań  $y_{NO}$ .

Parametry te zdefiniowano następująco:

- wskaźnik technologii  $y_{NT}$  określa poziom rozwoju SIZ ze względu na rodzaj posiadanego przez organizację portfela aplikacji, wskazuje na możliwości wykorzystania posiadanych systemów informatycznych w zarządzaniu organizacją,
- wskaźnik użytkowania  $y_{NU}$  określa poziom rozwoju SIZ ze względu na sposób w jaki wykorzystuje posiadane systemy informatyczne w zarządzaniu organizacją,
- wskaźnik oczekiwań  $y_{NO}$  określa poziom rozwoju SIZ ze względu na pożądaný sposób wykorzystania systemów informatycznych w zarządzaniu organizacją.

Przyjęcie jednakowych miar ciągłych dla tak zdefiniowanych parametrów modelu rozwoju i wykorzystania SIZ pozwala na diagnozowanie występowania tzw. *luk rozwojowych* pomiędzy możliwościami wynikającymi z funkcjonalności posiadanych SIZ, faktycznym wykorzystaniem i oczekiwaniami co do sposobu wykorzystania. W modelu definiuje się trzy luki rozwojowe wiążące ze sobą we wzajemne relacje parametry modelu, obliczane jako różnice odpowiednich wskaźników:

- *luka użytkowania*  $\Delta_{NY}$  wskazująca na rozbieżność pomiędzy aktualnym sposobem jego wykorzystania i potencjalnymi możliwościami portfela aplikacji SIZ:

$$\Delta_{NY} = \psi_{NY} - \psi_{NT} \quad (1)$$

- *luka oczekiwań*  $\Delta_{NO}$  wskazująca na rozbieżność pomiędzy pożądanym i aktualnym sposobem wykorzystania portfela aplikacji:

$$\Delta_{NO} = \psi_{NO} - \psi_{NY} \quad (2)$$

- *luka technologii*  $\Delta_{NT}$  wskazująca na rozbieżność pomiędzy potencjalnymi możliwościami portfela aplikacji SIZ i pożądanym sposobem wykorzystania:

$$\Delta_{NT} = \psi_{NT} - \psi_{NO} \quad (3)$$

Dla tak zdefiniowanych luk rozwojowych prawdziwa jest zależność:

$$\Delta_{NY} + \Delta_{NO} + \Delta_{NT} = 0 \quad (4)$$

Dla zobrazowania istotności danej luki rozwojowej można posłużyć się miarami względnymi wyrażonymi procentowo, odpowiednio dla każdej z luk:

$$\% \Delta_{NY} = (|\Delta_{NY}| / \psi_{NY}) * 100\% \quad (5)$$

$$\% \Delta_{NO} = (|\Delta_{NO}| / \psi_{NO}) * 100\% \quad (6)$$

$$\% \Delta_{NT} = (|\Delta_{NT}| / \psi_{NT}) * 100\% \quad (7)$$

Każda ze zdefiniowanych luk rozwojowych może teoretycznie przyjmować wartości dodatnie, ujemne lub równe zero, co pozwala na określenie 27 stanów SIZ organizacji. W tabeli 1 przedstawiono analizę morfologiczną luk rozwojowych przeprowadzoną w celu identyfikacji stanów SIZ w organizacji ze względu na charakter luk rozwojowych.

Tab. 1. Analiza morfologiczna stanów SIZ

Stan $S_i$	Luka użytkowania $\Delta_{NY}$ $Y_{NU} - Y_{NT}$	Luka oczekiwań $\Delta_{NO}$ $Y_{NO} - Y_{NU}$	Luka technologii $\Delta_{NT}$ $Y_{NT} - Y_{NO}$	Opis stanu SIZ w organizacji	
$S_1$	<0	<0	<0	Niedopuszczalne (sprzeczność logiczna)	
$S_2$			=0		
$S_3$			>0	Użytkowanie IT poniżej możliwości technologicznych, (nie są w pełni wykorzystywane) przekracza oczekiwania (dopuszczalne, mało prawdopodobne)	
$S_4$		=0	<0	<0	Niedopuszczalne (sprzeczność logiczna)
$S_5$				=0	
$S_6$			>0	Użytkowanie IT zgodne z oczekiwaniami, poniżej możliwości technologicznych (możliwości technologiczne nie są w pełni wykorzystywane)	
$S_7$		>0	>0	<0	Użytkowanie IT poniżej oczekiwań i możliwości technologicznych. Oczekiwania przekraczają możliwości technologiczne.
$S_8$				=0	Użytkowanie IT poniżej oczekiwań, możliwości technologiczne nie są w pełni wykorzystywane. Oczekiwania są na poziomie możliwości technologicznych.
$S_9$				>0	Użytkowanie IT poniżej oczekiwań, możliwości technologiczne nie są w pełni wykorzystywane. Oczekiwania są mniejsze od możliwości technologicznych.
$S_{10}$	=0	<0	<0	Niedopuszczalne (sprzeczność logiczna)	
$S_{11}$			=0		
$S_{12}$			>0	Użytkowanie jest równe możliwościom technologicznym, oczekiwania są poniżej poziomu użytkowania (mało prawdopodobne)	
$S_{13}$		=0	<0	<0	Niedopuszczalne (sprzeczność logiczna)
$S_{14}$				=0	
$S_{15}$			>0	Niedopuszczalne (sprzeczność logiczna)	
$S_{16}$		>0	>0	<0	Oczekiwania powyżej poziomu użytkowania zgodnego z możliwościami technologicznymi.
$S_{17}$				=0	Niedopuszczalne (sprzeczność logiczna)
$S_{18}$				>0	
$S_{19}$	>0	>0	<0	Niedopuszczalne (nie można użytkować więcej niż się posiada)	
$S_{20}$			=0		
$S_{21}$			>0		
$S_{22}$		=0	<0		<0
$S_{23}$					=0
$S_{24}$			>0		
$S_{25}$		>0	>0		<0
$S_{26}$					=0
$S_{27}$					>0

Na podstawie przeprowadzonej analizy 27 teoretycznych stanów SIZ w modelu z trzema parametrami ( $\Delta_{NY}$ ,  $\Delta_{NO}$ ,  $\Delta_{NT}$ ) można wskazać 8 elementowy podzbiór  $\{S_3, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{12}, S_{14}, S_{16}\}$  stanów dopuszczalnych (obserwowalnych) przedstawiony w tabeli 2.

Tab. 2. Dopuszczalne stany SIZ

Lp.	Stan	Luka użytkownika $\Delta_{NY}$	Luka oczekiwań $\Delta_{NO}$	Luka technologii $\Delta_{NT}$
1	$S_3$	>0	<0	<0
2	$S_6$	<0	=0	>0
3	$S_7$	<0	>0	<0
4	$S_8$	<0	>0	=0
5	$S_9$	<0	>0	>0
6	$S_{12}$	=0	<0	>0
7	$S_{14}$	=0	=0	=0
8	$S_{16}$	=0	>0	<0

Ustalając porządek według charakteru luki oczekiwań  $\Delta_{NO}$  i luki technologii  $\Delta_{NT}$  można stany dopuszczalne pogrupować z zastosowaniem opisywanego modelu wskazując 4 grupy (tabela 3). Pogrupowane w ten sposób stany rozwoju SIZ wyznaczają generatywne strategie rozwoju zdefiniowane z użyciem parametrów modelu ( $\Delta_{NO}$ ,  $\Delta_{NT}$ ,  $\Delta_{NY}$ ).

Tab. 3. Generatywne strategie rozwoju SIZ

Grupa stanów SIZ	Wartości parametrów modelu (luk)	Stan SIZ	Opis SIZ w organizacji	Opis strategii rozwoju i wykorzystania SIZ
I	$\Delta_{NO} > 0$ $\Delta_{NT} \geq 0$ $\Delta_{NY} < 0$	$S_8$ , $S_9$	Użytkowanie IT poniżej oczekiwań. Możliwości technologiczne nie są w pełni wykorzystywane. Oczekiwania użytkownika nie są wyższe od możliwości technologicznych.	<b>Aktywna</b> Docelowa faza rozwoju SIZ wyznaczona jest oczekiwaniami użytkownika: jej osiągnięcie wymaga jedynie zmian w zarządzaniu.
II	$\Delta_{NO} > 0$ $\Delta_{NT} < 0$ $\Delta_{NY} \leq 0$	$S_7$ , $S_{16}$	Użytkowanie IT poniżej oczekiwań. Oczekiwania użytkownika są wyższe od możliwości technologicznych.	<b>Innowacyjna</b> Docelowa faza rozwoju SIZ wyznaczona jest oczekiwaniami użytkownika: jej osiągnięcie wymaga zarówno zmian w zarządzaniu jak i w portfolio aplikacji (inwestycje w IT).
III	$\Delta_{NO} = 0$ $\Delta_{NT} \geq 0$ $\Delta_{NY} \leq 0$	$S_6$ , $S_{14}$	Użytkowanie IT na poziomie oczekiwań. Oczekiwania użytkownika nie są wyższe od możliwości technologicznych.	<b>Bierna</b> Stan równowagi pomiędzy poziomem użytkownika i poziomem oczekiwań. Brak wewnątrz organizacji przesłanek rozwoju wykorzystania SIZ.
IV	$\Delta_{NO} < 0$ $\Delta_{NT} > 0$ $\Delta_{NY} \leq 0$	$S_3$ , $S_{12}$	Użytkowanie IT na poziomie wyższym od oczekiwań. (Stan dopuszczalny ale mało prawdopodobny)	<b>Regresywna</b> Brak wewnątrz organizacji przesłanek rozwoju wykorzystania SIZ, a nawet regres z uwagi na nieadekwatny do użytkownika poziom oczekiwań

### 3. Metoda wyznaczania wskaźników Nolana

W celu wyznaczenia wskaźników Nolana zdefiniowanych w rozdz. 2, do pomiaru własności SIZ w danej organizacji zastosowano metodę list kontrolnych. Instrument pomiarowy w postaci kwestionariusza ankietowego zawiera listy pytań szczegółowych do

pomiaru stopnia obserwowalności poszczególnych cech określonych na podstawie przyjętych w modelu kryteriów identyfikacji poszczególnych faz rozwoju. Na podstawie analizy własności modelu Nolana, studiów literaturowych oraz przeprowadzonych badań pilotażowych określono na użytek proponowanego modelu 17 cech (własności) pogrupowanych w sposób charakterystyczny dla poszczególnych faz rozwoju [7].

Listy kontrolne zostały opracowane dla każdego z trzech wskaźników Nolana ( $y_{NT}$ ,  $y_{NU}$ ,  $y_{NO}$ ) w celu uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

- Czy istniejący w organizacji SIZ umożliwia wykonanie danych zadań?  
- wskaźnik technologii  $y_{NT}$
- Czy dane zadania są realizowane z wykorzystaniem SIZ?  
- wskaźnik użytkowania  $y_{NU}$
- Czy istnieje obecnie potrzeba aby dane zadania były realizowane z wykorzystaniem SIZ? – wskaźnik oczekiwań  $y_{NO}$

Zbiór danych stanowiący wyniki pomiaru dla każdej listy kontrolnej można przedstawić w postaci macierzy współczynników rozwoju SIZ zbudowanej jako tablica (macierz o wymiarach  $17 \times 7$ ), w której wierszom przypisane wyniki pomiaru stopnia występowania badanej cechy, natomiast kolumny reprezentują poszczególne fazy rozwoju SIZ (Tabela 4).

Pierwotne dane pozyskane z badań są reprezentowane w macierzy przez wartości numeryczne elementów  $a_{i,j}$  (w liczbie 17 z odpowiednimi indeksami  $i$  oraz  $j$ ) odpowiadające własnościom (cechom) charakterystycznym dla poszczególnych faz rozwoju. Elementy  $b_{m,n}$  (z odpowiednimi wartościami indeksów  $m$  oraz  $n$ ) stanowiące numeryczną interpretację ewolucyjnego charakteru rozwoju SIZ (cechy charakterystyczne faz wcześniejszych są obserwowalne w fazach późniejszych) wyznaczane są jako funkcja danych pierwotnych  $a_{i,j}$ . Współczynniki  $a_{i,j}$  przyjmują wartości  $\{0; 0,25; 0,5; 0,75; 1\}$  odpowiadające znormalizowanej postaci numerycznej odpowiedzi respondentów udzielonych w pięciostopniowej skali Likerta. Współczynniki  $b_{m,n}$  przyjmują wartości z przedziału  $\langle 0,1 \rangle$ .

Kolejne fazy rozwoju rozdzielane są przez tzw. modele graniczne, czyli takie zestawy wartości współczynników  $a_{i,j}$ , które stanowią granice faz.

Tab. 4. Macierz współczynników rozwoju SIZ

Lp.	Symbol cechy	Fazy rozwoju SI						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	C-I	$a_{1,1}$	$b_{1,2}$	$b_{1,3}$	$b_{1,4}$	$b_{1,5}$	$b_{1,6}$	$b_{1,7}$
2	C-II <sub>1</sub>		$a_{2,2}$	$b_{2,3}$	$b_{2,4}$	$b_{2,5}$	$b_{2,6}$	$b_{2,7}$
3	C-II <sub>2</sub>		$a_{3,2}$	$b_{3,3}$	$b_{3,4}$	$b_{3,5}$	$b_{3,6}$	$b_{3,7}$
4	C-III <sub>1</sub>			$a_{4,3}$	$b_{4,4}$	$b_{4,5}$	$b_{4,6}$	$b_{4,7}$
5	C-III <sub>2</sub>			$a_{5,3}$	$b_{5,4}$	$b_{5,5}$	$b_{5,6}$	$b_{5,7}$
6	C-III <sub>3</sub>			$a_{6,3}$	$b_{6,4}$	$b_{6,5}$	$b_{6,6}$	$b_{6,7}$
7	C-IV <sub>1</sub>				$a_{7,4}$	$b_{7,5}$	$b_{7,6}$	$b_{7,7}$
8	C-IV <sub>2</sub>				$a_{8,4}$	$b_{8,5}$	$b_{8,6}$	$b_{8,7}$
9	C-IV <sub>3</sub>				$a_{9,4}$	$b_{9,5}$	$b_{9,6}$	$b_{9,7}$
10	C-V <sub>1</sub>					$a_{10,5}$	$b_{10,6}$	$b_{10,7}$
11	C-V <sub>2</sub>					$a_{11,5}$	$b_{11,6}$	$b_{11,7}$
12	C-V <sub>3</sub>					$a_{12,5}$	$b_{12,6}$	$b_{12,7}$
13	C-VI <sub>1</sub>						$a_{13,6}$	$b_{13,7}$
14	C-VI <sub>2</sub>						$a_{14,6}$	$b_{14,7}$
15	C-VI <sub>3</sub>						$a_{15,6}$	$b_{15,7}$
16	C-VII <sub>1</sub>							$a_{16,7}$
17	C-VII <sub>2</sub>							$a_{17,7}$

Na podstawie danych z pomiarów przedstawionych w postaci opisanej macierzy współczynników rozwoju SIZ obliczana jest miara agregatowa ciągła w formie wskaźnika rozwoju SIZ, tzw. *wskaźnik Nolana* [7]. Dla wyznaczenia wartości wskaźników Nolana ( $y_{NT}$ ,  $y_{NU}$ ,  $y_{NO}$ ) na podstawie *macierzy współczynników rozwoju SIZ* dla każdej z list kontrolnych wykorzystano metodę DEA (*Data Envelopment Analysis*) [8]. Metoda ta wychodząc z pojęcia efektywności (ogólnie rozumianej) pozwala na ustalanie porządku w zbiorach wielowymiarowych (porządek częściowy) [9, 10]. W rozważanym przypadku dla każdej badanej organizacji są to 3 zbiory odpowiadające trzem wskaźnikom Nolana:  $y_{NT}$ ,  $y_{NU}$ ,  $y_{NO}$ .

#### 4. Wyniki badań

W celu empirycznej weryfikacji przedstawionego modelu rozwoju i wykorzystania SIZ przeprowadzono badanie ankietowe w grupie 8 organizacji (obiektów) z zastosowaniem instrumentu pomiarowego opisanego w rozdziale 3. W badaniach odpowiedzi udzielali kierujący lub członkowie kierownictwa badanych organizacji. Do badań wybrano organizacje różniące się wielkością (liczba zatrudnionych), branżą, wiekiem, formą organizacyjno-prawną, zakresem działalności (produkcja, usługi). Charakterystyka badanych obiektów została przedstawiona w tabeli 5 (wielkość przedsiębiorstw podana wg. kryteriów klasyfikacyjnych MSP w EU).

Szczegółowe wyniki badań ankietowych przedstawiono w postaci tabelarycznej (tabela 6, 7, 8). Zamieszczono w nich przedstawione w znormalizowanej postaci numerycznej odpowiedzi respondentów udzielone w pięciostopniowej skali Likerta dla każdej z trzech list kontrolnych.

Tab. 5. Charakterystyka badanych organizacji

Lp.	Obiekt	Charakterystyka organizacji
1	O <sub>1</sub>	Małe przedsiębiorstwo branży IT świadczące kompleksowe usługi informatyczne m.in. w zakresie dostaw i wdrożenia sieci komputerowych, teleinformatyki, oprogramowania do wspomagania zarządzania, w tym rozwiązania autorskie, serwisu sprzętu komputerowego.
2	O <sub>2</sub>	Wyższa uczelnia akademicka o profilu technicznym.
3	O <sub>3</sub>	Duże przedsiębiorstwo produkcyjne branży metalurgicznej powiązane z rynkami europy zachodniej.
4	O <sub>4</sub>	Małe przedsiębiorstwo branży spożywczej – piekarnia.
5	O <sub>5</sub>	Małe przedsiębiorstwo branży spożywczej – hurtowe dostawy i sprzedaż surowców i komponentów do produkcji piekarsko-cukierniczej na terenie pfd.-wsch. Polski.
6	O <sub>6</sub>	Duże przedsiębiorstwo budownictwa ogólnego.
7	O <sub>7</sub>	Średnie przedsiębiorstwo branży IT, producent komputerów klasy PC, dostawca i sprzedawca urządzeń IT, oprogramowania.
8	O <sub>8</sub>	Małe przedsiębiorstwo produkcyjno-handlowe - zakład pracy chronionej.

Tab. 6. Dane do wyznaczenia wskaźnika technologii  $y_{NT}$

Symbol cechy	Obiekty							
	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>	O <sub>8</sub>
C-I	0,75	0,75	1	1	1	1	1	1
C-II <sub>1</sub>	1	0,75	1	1	1	1	1	1
C-II <sub>2</sub>	1	0,5	1	1	1	0,75	1	1
C-III <sub>1</sub>	0	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0	0
C-III <sub>2</sub>	0,25	1	0,75	0	0,25	0,5	0,75	0
C-III <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	0,75	1	0
C-IV <sub>1</sub>	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0
C-IV <sub>2</sub>	0	0,5	0,25	0	0	0,75	0	0
C-IV <sub>3</sub>	0	0,25	0,25	0	0	0,25	0,25	0
C-V <sub>1</sub>	0,25	0	0,5	0	0	0,25	0,25	0
C-V <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0,75	0	0
C-V <sub>3</sub>	0	0,5	0	0	0	0,5	0,25	0
C-VI <sub>1</sub>	0	0	0,25	0	0	0,5	0	0
C-VI <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0,25	0	0
C-VI <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0,25	0	0
C-VII <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0
C-VII <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0,25	0	0

Tab. 7. Dane do wyznaczenia wskaźnika technologii  $y_{NU}$

Symbol cechy	Obiekty							
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
C-I	0,75	0,75	1	0,75	1	1	0,75	0,5
C-II1	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,5
C-II2	0,25	0,75	0,5	0,75	1	0,75	0,75	0,5
C-III1	0	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,5	0
C-III2	0	0	0,5	0,25	0	0,5	0,25	0
C-III3	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0
C-IV1	0	0,5	0,25	0,25	0	0,5	0	0
C-IV2	0	0,5	0,25	0	0	0,5	0	0
C-IV3	0	0	0,25	0	0	0,75	0	0
C-V1	0,25	0	0,25	0	0	0,5	0	0
C-V2	0,25	0	0	0	0	0,75	0	0
C-V3	0	0	0,25	0	0	0,5	0	0
C-VI1	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0
C-VI2	0	0,5	0,25	0	0	0,25	0	0
C-VI3	0	0,25	0	0	0	0,25	0	0
C-VII1	0	0	0	0	0	0,25	0	0
C-VII2	0	0	0	0	0	0,25	0	0

Tab. 8. Dane do wyznaczenia wskaźnika technologii  $y_{NO}$

Symbol cechy	Obiekty							
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
C-I	0,75	1	1	1	1	1	0,75	1
C-II1	0,75	1	1	1	1	0,75	0,75	0,75
C-II2	0,5	0,5	0,75	0,75	1	0,75	0,75	1
C-III1	0,5	0,75	1	1	0,75	0,75	0,75	0
C-III2	0	0,25	0,75	0,25	0,25	0,75	0,25	0
C-III3	0,75	0,5	0,75	0,25	0,75	0,75	0,25	0
C-IV1	0	0,5	0,5	0,25	0,25	0,75	0,25	0
C-IV2	0	0,25	0,5	0	0,25	0,75	0	0
C-IV3	0	0	0,5	0	0	1	0	0
C-V1	0,5	0	0,5	0	0,5	0,75	0	0
C-V2	0,5	0	0,25	0	0	1	0	0
C-V3	0	0	0,5	0	0	0,75	0,25	0
C-VI1	0	0	0,5	0	0	0,75	0	0
C-VI2	0	0,75	0,25	0	0	0,5	0	0
C-VI3	0	0,5	0,25	0	0	0,5	0	0
C-VII1	0	0	0,25	0	0	0,75	0	0
C-VII2	0	0	0,25	0	0	0,5	0	0

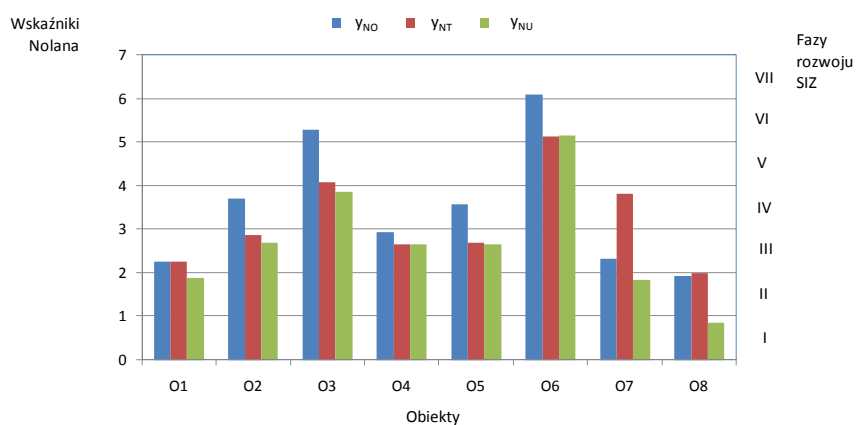
Na podstawie danych (tabele 6, 7, 8) wyznaczono wartości wskaźników Nolana  $y_{NT}$ ,  $y_{NU}$ ,  $y_{NO}$ , przypisano obiektom fazy rozwoju, obliczono luki rozwojowe (w wartościach liczbowych oraz w procentach). Otrzymane wyniki zamieszczono w tabeli 9. Wskaźniki Nolana oraz luki rozwojowe w formie graficznej przedstawiono na rys. 1, oraz rys. 2.

Tab. 9. Wskaźniki, luki rozwojowe oraz zidentyfikowane fazy rozwoju

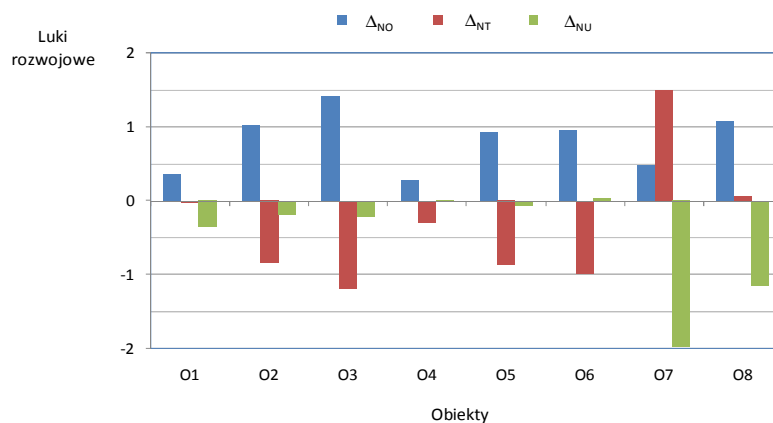
Lp.	Obiekt	Wskaźniki Nolana			Fazy rozwoju			Luki rozwojowe			Luki rozwojowe %		
		$y_{NO}$	$y_{NT}$	$y_{NU}$	$N_O$	$N_T$	$N_U$	$\Delta_{NO}$	$\Delta_{NT}$	$\Delta_{NU}$	% $\Delta_{NO}$	% $\Delta_{NT}$	% $\Delta_{NU}$
1	O <sub>1</sub>	2,261	2,254	1,89	III	III	II	0,371	-0,007	-0,364	16%	0%	19%
2	O <sub>2</sub>	3,717	2,884	2,695	IV	III	III	1,022	-0,833	-0,189	27%	29%	7%



3	O <sub>3</sub>	5,278	4,088	3,871	VI	V	IV	1,407	-1,190	-0,217	27%	29%	6%
4	O <sub>4</sub>	2,933	2,646	2,646	III	III	III	0,287	-0,287	0,000	10%	11%	0%
5	O <sub>5</sub>	3,577	2,709	2,646	IV	III	III	0,931	-0,868	-0,063	26%	32%	2%
6	O <sub>6</sub>	6,111	5,131	5,159	VII	VI	VI	0,952	-0,980	0,028	16%	19%	1%
7	O <sub>7</sub>	2,317	3,815	1,834	III	IV	II	0,483	1,498	-1,981	21%	39%	108%
8	O <sub>8</sub>	1,932	1,995	0,854	II	II	I	1,078	0,063	-1,141	56%	3%	134%



Rys. 1. Wskaźniki Nolana wyliczone dla badanych organizacji



Rys. 2. Luki rozwojowe dla badanych organizacji

Uwzględniając charakter (relacje względem zera) luk rozwojowych obliczonych dla poszczególnych obiektów (organizacji), określono strategię rozwoju SIZ (tabela 10) na podstawie klasyfikacji stanów przedstawionej w tabeli 3.

Tab. 10. Zidentyfikowane strategie rozwoju i wykorzystania SIZ

Lp.	Obiekt	Fazy rozwoju			Charakter luk rozwojowych (znak)			Luki rozwojowe %			Strategia rozwoju i wykorzystania SIZ
		N <sub>O</sub>	N <sub>T</sub>	N <sub>U</sub>	$\Delta_{NO}$	$\Delta_{NT}$	$\Delta_{NU}$	% $\Delta_{NO}$	% $\Delta_{NT}$	% $\Delta_{NU}$	
1	O <sub>1</sub>	III	III	II	>0	<0	<0	16%	0%	19%	Innowacyjna
2	O <sub>2</sub>	IV	III	III	>0	<0	<0	27%	29%	7%	Innowacyjna
3	O <sub>3</sub>	VI	V	IV	>0	<0	<0	27%	29%	6%	Innowacyjna
4	O <sub>4</sub>	III	III	III	>0	<0	0	10%	11%	0%	Innowacyjna
5	O <sub>5</sub>	IV	III	III	>0	<0	<0	26%	32%	2%	Innowacyjna
6	O <sub>6</sub>	VII	VI	VI	>0	<0	>0	16%	19%	1%	<i>Sprzeczność</i>
7	O <sub>7</sub>	III	IV	II	>0	>0	<0	21%	39%	108%	Aktywna
8	O <sub>8</sub>	II	II	I	>0	>0	<0	56%	3%	134%	Aktywna

Dla 5 obiektów (O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>) wskazano strategię innowacyjną a dla 2 obiektów (O<sub>7</sub>, O<sub>8</sub>) wskazano strategię aktywną. W przypadku obiektu O<sub>6</sub> zachodzi sprzeczność ( $\Delta_{NU} > 0$ , nie można używać więcej niż się posiada), co wynika z niedokładności (błędu) pomiaru. Biorąc pod uwagę bardzo małą wartość tej luki ( $\Delta_{NU} = 1\%$ ) można przyjąć, że nie ma tutaj sprzeczności a błąd ten mieści się w granicach dopuszczalnej tolerancji. W tabeli 11 przedstawiona jest skala opisowa dla wyrażenia miary względnej wielkości luki rozwojowej, przyjęta przez analogię do skali stosowanej w analizie Pareto, co jest równoważne z określeniem przedziałów tolerancji.

Tab. 11. Skala opisowa dla wyrażenia miary względnej wielkości luki rozwojowej SIZ

Względna wielkość luki w %	Względna istotność luki
$0\% \leq \text{luka} \leq 20\%$	mała
$20\% < \text{luka} \leq 50\%$	średnia (znacząca)
$\text{luka} > 50\%$	duża

Stosując skalę opisową przyjmuje się, że względna luka do 20% jest mało istotna, co pozwala ją utożsamiać z brakiem luki rozwojowej, natomiast określenie luki jako średnia lub duża informuje o wymaganych zmianach rozwojowych. W tabeli 12 przedstawiono strategie rozwoju SIZ z uwzględnieniem istotności luk rozwojowych.

Strategię innowacyjną wskazano dla 3 obiektów (O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>5</sub>), strategię aktywną tak jak poprzednio dla 2 obiektów (O<sub>7</sub>, O<sub>8</sub>). Dla pozostałych 3 obiektów (O<sub>1</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>6</sub>) wskazano strategię bierną. W tej ostatniej grupie znalazł się obiekt O<sub>6</sub> dla którego poprzednio wykazano sprzeczność interpretacji danych. Tego rodzaju interpretacja nie zmienia opinii o stanie SIZ, wskazuje jedynie, że w przypadku małych luk rozwojowych nie występuje konieczność zmian.

Tab. 12. Zidentyfikowane strategie rozwoju i wykorzystania SIZ

Lp.	Obiekt	Fazy rozwoju			Charakter luk rozwojowych (znak)			Luki rozwojowe - istotność			Strategia rozwoju SIZ
		N <sub>O</sub>	N <sub>T</sub>	N <sub>U</sub>	$\Delta_{NO}$	$\Delta_{NT}$	$\Delta_{NU}$	% $\Delta_{NO}$	% $\Delta_{NT}$	% $\Delta_{NU}$	
1	O <sub>1</sub>	III	III	II	>0	<0	<0	mała	mała	mała	Bierna
2	O <sub>2</sub>	IV	III	III	>0	<0	<0	średnia	średnia	mała	Innowacyjna
3	O <sub>3</sub>	VI	V	IV	>0	<0	<0	średnia	średnia	mała	Innowacyjna
4	O <sub>4</sub>	III	III	III	>0	<0	0	mała	mała	mała	Bierna
5	O <sub>5</sub>	IV	III	III	>0	<0	<0	średnia	średnia	mała	Innowacyjna
6	O <sub>6</sub>	VII	VI	VI	>0	<0	>0	mała	mała	mała	Bierna
7	O <sub>7</sub>	III	IV	II	>0	>0	<0	średnia	średnia	duża	Aktywna
8	O <sub>8</sub>	II	II	I	>0	>0	<0	duża	mała	duża	Aktywna

Interpretacja wyników badań SIZ z użyciem zagregowanych (na podstawie danych empirycznych) wskaźników i luk rozwojowych przykładowo dla obiektu O<sub>3</sub> jest następująca:

- z punktu widzenia portfela aplikacji obiekt znajduje się na wczesnym etapie V fazy rozwoju SIZ ( $y_{NT} = 4,088$ ), podczas gdy sposób jego wykorzystania wskazuje na przynależność do wcześniejszej IV fazy rozwoju ( $y_{NU} = 3,871$ ),
- z punktu widzenia oczekiwań użytkownika co do pożądanego sposobu wykorzystania posiadanych SIZ diagnoza wskazuje na VI fazę rozwoju (wskaźnik  $y_{NT} = 5,278$ ),
- wielkość i charakter luk rozwojowych wskazuje na innowacyjną strategię rozwoju SIZ,
- osiągnięcie zgodnej z oczekiwaniami VI fazy rozwoju SIZ wymaga rozwoju portfela aplikacji (inwestycje) oraz zmian w procesach zarządczych, które będą w adekwatny sposób wykorzystywać właściwości SIZ.

## 5. Podsumowanie

Przedstawiony model umożliwia diagnozowanie fazy rozwoju i luk rozwojowych, co pozwala na wskazanie adekwatnej strategii rozwoju SIZ w organizacji. Zastosowanie ilościowego podejścia w analizie danych zbieranych z użyciem metody list kontrolnych oraz sformułowane na użytek modelu reguły decyzyjne stosowane w interpretacji zagregowanych danych (wskaźników i luk rozwojowych) sprawia, że proces diagnozy można zalgorytmizować, a w konsekwencji zaimplementować w postaci programu komputerowego do wspomagania decyzji. W rozwiązywaniu problemów typu diagnostycznego znajdują zastosowanie systemy ekspertowe, czyli programy komputerowe, w których na podstawie szczegółowej bazy wiedzy przeprowadzany jest proces wnioskowania i proponowane podjęcie określonej decyzji [11]. Przedstawiona metoda stanowi część bardziej złożonego modelu, w którym bada się związek pomiędzy SIZ a rozwojem organizacji, co pozwoli na formułowanie całościowej strategii rozwoju dla organizacji [12].

## Literatura

1. Dudycz, H.: Porównanie metod badania efektywności przedsięwzięć informatycznych [w:] *Systrymy Wspomagania Organizacji*. Akademia Ekonomiczna w Katowicach, 10 grudnia, 2007r. Archiwum Publikacji: [http://www.swo.ae.katowice.pl/\\_pdf/260.pdf](http://www.swo.ae.katowice.pl/_pdf/260.pdf)
2. Grobler, A.: *Metodologia nauk*. Wydawnictwo Aureus. Wydawnictwo Znak. Kraków 2006r.
3. Nolan, Richard L.: Managing the computer resource: a stage hypothesis. *Communications of the AC*. 1973, Vol. 16, 7, pp. 399-406.
4. Gibson, Cyrus F. , Nolan, Richard L.: Managing the Four Stages of EDP Growth. *Harvard Business Review*. January-February 1974, Vol. 52, 1, pp. 76-88.
5. Nolan, Richard L.: Managing the Crisis in Data Processing. *Harvard Business Review*. March-April 1979, Tom 57, strony 115-126.
6. Nolan, Richard L., Koot, William J.D.: Nolan Stages Theory Today. Dutch Master education in System and Network Engineering (SNE) of the Universiteit van Amsterdam (UvA). [Online] 1992. [https://www.os3.nl/\\_media/2006-2007/courses/icp/nolan\\_stages\\_theory.pdf](https://www.os3.nl/_media/2006-2007/courses/icp/nolan_stages_theory.pdf).
7. Luściński S., Gierulski W.: Identyfikacja stopnia rozwoju systemów informatycznych zarządzania. Artykuł zgłoszony do publikacji (*Zarządzanie Przedsiębiorstwem*).
8. Cooper W. W., Seiford L. M.: *Handbook on Data Envelopment Analysis (International Series in Operations research & Management Science)*, Lavoisier 2004 (Chapter 1, Data Envelopment Analysis, History, Models and Interpretations).
9. Gierulski W.: Modelowanie z wykorzystaniem metody DEA [w:] *Innowacyjno-Efektywnościowe Problemy Teorii i Praktyki Zarządzania*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2009.
10. Gierulski W., Okniński A., Radziszewski B.: Częściowy porządek w wyważaniu wartości i rankingach - studium przypadku [w:] *Innowacyjno-Efektywnościowe Problemy Teorii i Praktyki Zarządzania*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2009.
11. Luściński S.: Zastosowanie systemu ekspertowego w diagnozie rozwoju organizacji. [w:] *Zarządzanie przedsiębiorstwem w warunkach integracji europejskiej, Cz.1 Zmiany w teorii i praktyce zarządzania*. Uczel. Wyd. Nauk.-Dydakt. AGH, Kraków 2002.
12. Luściński S., Gierulski W. *Mapa rozwoju organizacji*. [w:] *Monografia Ekonomia - Informatyka – Zarządzanie*. Wydział Zarządzania AGH, Kraków 2004.

Mgr inż. Sławomir LUŚCIŃSKI  
Dr hab. inż. Waław GIERULSKI, prof. nadzw. PŚk  
Katedra Inżynierii Produkcji  
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego  
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach  
25-314 Kielce  
Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7  
e-mail: [luscinski@tu.kielce.pl](mailto:luscinski@tu.kielce.pl)  
[wacław.gierulski@tu.kielce.pl](mailto:wacław.gierulski@tu.kielce.pl)