



**POLSKA AKADEMIA NAUK**  
**Instytut Badań Systemowych**

**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA  
METOD ILOŚCIOWYCH  
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH  
WSPOMAGAJĄCYCH PROCESY  
DECYZYJNE**

**Redakcja:**

**Jan Studziński**  
**Ludostław Drelichowski**  
**Olgierd Hryniewicz**

**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA  
METOD ILOŚCIOWYCH  
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH  
WSPOMAGAJĄCYCH PROCESY  
DECYZYJNE**

Redakcja:

Jan Studziński

Ludosław Drelichowski

Olgierd Hryniewicz

Wydanie tej publikacji było możliwe dzięki pomocy finansowej  
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO.

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju w zakresie rozwoju i zastosowań metod, modeli, technik i systemów informatycznych w procesach podejmowania decyzji. Kilka artykułów przedstawia rezultaty projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i realizowanych przez polskie instytucje badawcze.

Recenzenci:

Prof. Olgierd Hryniewicz

Prof. Andrzej Straszak

Dr hab. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych, Warszawa 2006

**Wydawca: Instytut Badań Systemowych PAN**  
**Newelska 6, PL 01-447 Warszawa**

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw  
e-mail: [biblioteka@ibspan.waw.pl](mailto:biblioteka@ibspan.waw.pl)

**ISBN 83-894-7506-5**

**9788389475060**

**ISSN 0208-8029**



**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA  
METOD ILOŚCIOWYCH I TECHNIK  
INFORMATYCZNYCH  
WSPOMAGAJĄCYCH PROCESY  
DECYZYJNE**

Instytut Badań Systemowych • Polska Akademia Nauk  
**Seria: Badania Systemowe**  
**Tom 49**

---

Redaktor Naukowy:  
**Prof. Jakub Gutenbaum**

Warszawa 2006



## ZASTOSOWANIE TEORII ZBIORÓW PRZYBLIŻONYCH DO BUDOWY MODELI REFERENCYJNYCH

*Jarosław WĄTRÓBSKI, Olga PILIPCZUK*

Wydział Informatyki, Politechnika Szczecińska  
<jwatrobki@wi.ps.pl; otariova@wi.ps.pl>

***Streszczenie:** Modelowanie i optymalizacja procesów gospodarczych odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu współczesnej organizacji. Dostępne narzędzia i metody kompleksowo wspierają wprowadzenie reengineeringu w przedsiębiorstwie. Problem stanowi opracowanie podstaw do wnioskowania o sposobie reengineeringu i informatyzacji małych i średnich przedsiębiorstw. Niniejszy artykuł zawiera próbę adaptacji teorii zbiorów przybliżonych w konstrukcji i doborze modeli referencyjnych przedsiębiorstw.*

**Słowa kluczowe:** Modelowanie procesów gospodarczych, modele referencyjne przedsiębiorstw, teoria zbiorów przybliżonych.

### 1. Wprowadzenie

Metody modelowania i analizy procesów gospodarczych stanowią ważne narzędzia w zwiększeniu efektywności prowadzonych działań biznesowych. Celem wykorzystania takich metod jest reorganizacja procesów gospodarczych, reengineering całego przedsiębiorstwa oraz wspieranie efektywnego wdrożenia technologii informatycznej w organizacji. Pojęcie reengineeringu pojawiło się w światowej literaturze pod koniec lat osiemdziesiątych. Wprowadzili je w swojej książce „Reengineering the Corporation” Michael Hammer i James Champy. Jest ono rozumiane jako „fundamentalne przemyslenie od nowa i radykalne przeprojektowanie procesów w firmie, prowadzące do dramatycznej (przełomowej) poprawy wysokości ponoszonych kosztów, jakości i serwisu”. Metoda ta stała się wkrótce bardzo popularnym narzędziem stosowanym przez wiele zachodnich koncernów.

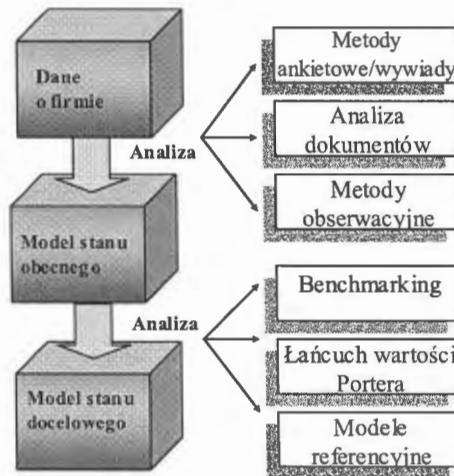
Zastosowanie reengineeringu staje się coraz bardziej popularne również w Polsce. Polski rynek produktów i usług znajduje się w fazie silnego rozwoju. Ma to związek z realizowaną obecnie prywatyzacją państwowych przedsiębiorstw oraz związaną z tym zmianą stylu zarządzania w powstających w ten sposób nowych firmach. Wśród menedżerów wszystkich poziomów powszechnym staje się rozumienie, że główne rezerwy powiększenia skuteczności biznesu znajdują się w zakresie optymalizacji realizowanych procesów biznesowych.

Analiza literatury przedmiotu wskazuje na szeroki zbiór metod projektowania procesów biznesowych. Jako istotne wskazać można: podejście konwencjonalne,

metodę „szkieletową”, metodę RPB (referencyjnych modułów konstrukcyjnych procesów) oraz modele referencyjne. Szczególnie szeroko stosowane są modele referencyjne, zawierające ogólne rozwiązania dla określonej branży lub dziedziny zastosowań i stanowiące podstawę opracowywania modeli dla konkretnych rzeczywistych sytuacji przedsiębiorstw. Wykorzystanie modeli referencyjnych rozpowszechnione jest we wdrożeniach systemów informatycznych opartych o techniki procesowe (MRP) np. systemach SAP R/3 czy BAAN -Kasprzak (1998, 2000). Istotną luką badawczą stanowi opracowanie podstaw do wnioskowania o sposobie reengineeringu i informatyzacji małych i średnich przedsiębiorstw. Kolejno podjęto próbę adaptacji teorii zbiorów przybliżonych do wspierania konstrukcji modeli referencyjnych.

## 2. Modelowanie procesów gospodarczych

Modelowanie procesów gospodarczych wiąże się nierozdzielnie z reengineeringiem i pozwala na definiowanie, opisywanie i analizowanie procesów zachodzących w przedsiębiorstwie.



**Rysunek 1.** Modelowanie procesów gospodarczych.

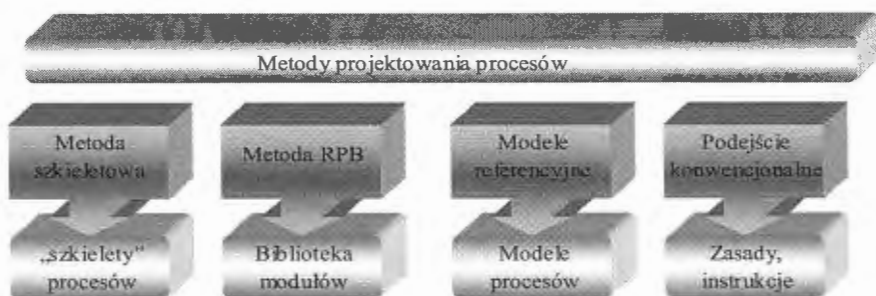
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gabryelczyk (2000)

Proces gospodarczy definiowany jest jako przebieg następujących po sobie działań, mających początek i koniec oraz jasno zdefiniowany wkład i rezultat, prowadzących do osiągnięcia efektu, mającego wartość dla klienta –Gabryelczyk, (2000). Stanowią one jednocześnie rzeczowe, administracyjne, technologiczne procedury funkcjonowania przedsiębiorstwa, do których odnoszą się: obrót dokumentów, zarządzanie potokami finansowymi i fizycznymi, personelem, procesami organizacyjno-gospodarczymi i technologicznymi, procesami projektowania wyrobów.

Pierwotnie modelowanie procesów rozumiano jako jedną z form odzwierciedlenia rzeczywistości polegającą na wyjaśnianiu lub odtwarzaniu różnych właściwości obiektów, procesów i zjawisk za pomocą innych obiektów, procesów i zjawisk albo za pomocą opisu abstrakcyjnego w postaci równań, obrazów, map, algorytmów i programów. Aktualnie modelowanie procesów określa się jako działalność twórczą, która pokazuje stan obecny przedsiębiorstwa, sugeruje kierunki zmian oraz reprezentuje możliwe stany docelowe. Przyjmuje się, że modelowanie procesów gospodarczych składa się z następujących etapów:

- analiza strategiczna,
- identyfikacja procesów,
- projektowanie procesów,
- testowanie i implementacja,
- ciągle ulepszanie.

Modelowanie procesów gospodarczych pozwala nie tylko opisać działanie przedsiębiorstwa jako całości, ale również określić jak jest zorganizowana praca na każdym stanowisku. Zbudowany model może zostać wykorzystany w przyszłości w innych projektach i docelowo wykorzystywany może być przy wdrożeniu technik informatycznych w organizacji. Budowa i optymalizacja modeli przed wdrożeniem systemów informatycznych zmniejsza ryzyko niepowodzenia i pozwala uzyskać wysoką zgodność z potrzebami informacyjnymi przedsiębiorstwa.



Rysunek 2. Metody projektowania procesów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gabryelczyk (2000)

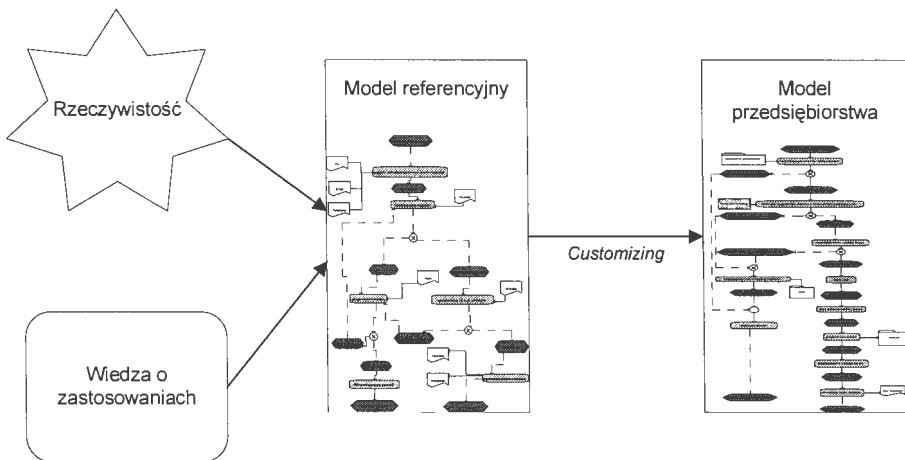
### 3. Budowa modeli referencyjnych przy użyciu teorii zbiorów przybliżonych

M. Lasek (2000) definiuje modele referencyjne jako zbiory klas zgromadzone na podstawie zebranych doświadczeń gospodarowania i wdrażania systemów informatycznych, zawierające ogólne rozwiązania i stanowiące podstawę do opracowywania lub oceny konkretnych wariantów (por. Hars, 1994; Vernadat, 1996).



Według Keller i in. (1997) pojęcie referencyjny używane jest w kontekście zebranej wiedzy o gospodarowaniu, oprogramowania użytkowego w dziedzinie gospodarczej (wraz z zawartymi procesami gospodarczymi). Tak zdefiniowane modele referencyjne zawierają rozwiązania uniwersalne, możliwe do wielokrotnego stosowania - Vernadat (1996). M. Lasek (2000) definiuje następujące właściwości modeli referencyjnych:

- ogólna stosowalność (uniwersalny charakter z ukierunkowaniem na odwzorowanie struktur całej klasy użytkowników),
- zmienność (możliwość dopasowania – customizing do indywidualnych potrzeb użytkownika),
- przenośność i spójność (wielorakość stosowania).



**Rysunek 3.** Związek pomiędzy rzeczywistością, wiedzą, modelem referencyjnym i modelem przedsiębiorstwa. Źródło: Kasprzak (2000)

Według M. Laseka (2000) wyróżnić należy następujące rodzaje modeli referencyjnych: modele referencyjne przedsiębiorstw (ang. enterprise reference models), modele referencyjne oprogramowania (ang. software specific reference models), modele referencyjne rozwoju aplikacji (ang. reference models for developing applications). Autorka wskazuje, że niezależnie od zastosowanego typu modelu referencyjnego bardzo istotnym aspektem jest modelowanie procesów gospodarczych.

Teoria zbiorów przybliżonych -Pawlak (1997), podobnie jak zbiorów rozmytych, stanowi przełamanie tradycyjnych aksjomatów, zaś zdefiniowana logika posiada nowe właściwości. To powoduje, że teoria rozwija się i upowszechnia, przynosząc wsparcie dla inteligentnej analizy danych (knowledge discovery, data mining and drilling), wyszukiwania zależności i wspomagania podejmowania decyzji (dane częściowo sprzeczne lub niepełne).

Podstawę dla procedury obliczeniowej teorii zbiorów przybliżonych stanowi dwuwymiarowa tablica decyzyjna zawierająca krotki reprezentujące uniwersum zgromadzonych przypadków zestawione z atrybutami warunkowymi i decyzyjnymi, co w konsekwencji powoduje reprezentację wiedzy w postaci regułowej -Pawlak (1982). Takie przedstawienie zgromadzonych danych powoduje, że rozpatrywane problemy winny mieć charakter dyskretny. Formalnie tablicę decyzyjną  $D_{zp}$  zdefiniować można jako czwórkę:

$$D_{zp} = \{U_{zp}, A_{zp}, V_{zp}, f_{zp}\} \quad (1)$$

gdzie:  $U_{zp}$  - uniwersum przypadków,  $A_{zp}$  - skończony zbiór atrybutów,  $V_{zp}$  - dziedzin atrybutu,  $f_{zp}$  - funkcja zupełna;  $f: U_{zp} \times A_{zp} \rightarrow V_{zp}$ .

W oparciu o tak zdefiniowaną tablicę decyzyjną, przy wykorzystaniu pojęcia dolnych i górnych przybliżeń zbiorów, relacji nierozróżnialności, aproksymacji i redukcji zbiorów, następuje ekstrakcja reguł w postaci IF - THEN -Mrózek A. i in. (1999). Formalnie, przybliżenia zbiorów definiowane są jako:

$$\underline{PY} = \{x \in Y : I_p(x) \subseteq Y\} \quad (2)$$

$$\overline{PY} = \bigcup_{x \in Y} I_p(x) \quad (3)$$

gdzie:  $\underline{PY}$  - dolne przybliżenie zbioru  $Y$ ,  $\overline{PY}$  - górne przybliżenie zbioru  $Y$ .

Niech  $Y = \{Y_t : t \in T\}$ , dla  $T = \{1, 2, \dots, n\}$  stanowi klasyfikację zbioru  $U_{zp}$ , rozpatrywaną niezależnie od podzbioru  $P$ . Miarę przybliżenia  $Y$  przy użyciu  $P$  stanowi współczynnik jakości klasyfikacji:

$$\theta_p(Y) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{card}(\underline{PY})}{\text{card}(U)} \quad (4)$$

gdzie:  $\theta_p(Y)$  - współczynnik jakości klasyfikacji.

Tak zdefiniowany algorytm pozwala pozyskać z tablicy decyzyjnej zbiór reguł stanowiący uogólniony zapis zbioru obiektów.

W przykładzie obliczeniowym zastosowano teorię zbiorów przybliżonych do pozyskiwania reguł ze zbioru obserwacji dotyczącego użytkowanych systemów informatycznych zarządzania. System informacyjny opisują trzy atrybuty warunkowe ( $q_1$  – rodzaj systemu,  $q_2$  – platforma rozwiązania,  $q_3$  – zakres funkcjonalny), zaś atrybut decyzyjny stanowi jakość użytkowanego systemu (Tabela 1).

**Tabela 1.** Zbiór obserwacji dotyczących użytkowanych systemów informatycznych zarządzania.

Uniwersum przykładów $U^{28}$	System informatyczny zarządzania			Skutki	Liczba przypadków
	$q_1$ – rodzaj systemu	$q_2$ – platforma rozwiązania	$q_3$ – zakres funkcjonalny	Jakość systemu	
$p_1, p_2$	zintegrowany	Własne	pełny	Duża	2
$p_3$	zintegrowany	Własne	pełny	Mała	1
$p_4, p_5$	zintegrowany	Własne	częściowy	Mała	2
$p_6$	zintegrowany	Własne	minimalny	Mała	1
$p_7 \dots p_9$	zintegrowany	Outsourcing	pełny	Duża	3
$p_{10}$	zintegrowany	Outsourcing	pełny	Mała	1
$p_{11}$	zintegrowany	Outsourcing	częściowy	Duża	1
$p_{12} \dots p_{15}$	zintegrowany	Outsourcing	minimalny	Mała	4
$p_{16}$	dziedzinowy	Własne	pełny	Duża	1
$p_{17}$	dziedzinowy	Własne	minimalny	Mała	1
$p_{18}$	dziedzinowy	Własne	pełny	Mała	1
$p_{19}$	dziedzinowy	własne	częściowy	Duża	1
$p_{20}, p_{21}$	dziedzinowy	własne	częściowy	Mała	2
$p_{22} \dots p_{24}$	dziedzinowy	outsourcing	pełny	Duża	3
$p_{25} \dots p_{28}$	dziedzinowy	outsourcing	częściowy	Duża	4

Źródło: Obliczona własne

Dla tak zdefiniowanego zadania wyznaczono dolne i górne przybliżenia zbiorów, dokonano aproksymacji i ich redukcji. W konsekwencji otrzymano algorytm decyzyjny (wraz z postacią odwrotną). Wyniki obliczeń przedstawiają Tabele 2 i 3.

**Tabela 2.** Algorytm decyzyjny (część dobrze zdefiniowana).

Część dobrze zdefiniowana							
Reguły decyzyjne					wsparcie	siła	pewność
IF ( $q_1$ and $q_2$ and $q_3$ )			THEN	Jakość systemu			
Zintegrowany	własne	częściowy	→	Mała	2	0,07142	1.000000
Zintegrowany	własne	minimalny	→	Mała	1	0,03571	1.000000
Zintegrowany	outsourcing	częściowy	→	Duża	1	0,03571	1.000000
Zintegrowany	outsourcing	minimalny	→	Mała	4	0,14285	1.000000
Dziedzinowy	własne	minimalny	→	Mała	1	0,03571	1.000000
Dziedzinowy	outsourcing	pełny	→	Duża	3	0.10714	1.000000
Dziedzinowy	outsourcing	częściowy	→	Duża	4	0,14285	1.000000

Źródła: Obliczona własne

**Tabela 3.** Algorytm decyzyjny (część źle zdefiniowana i odwrotny algorytm decyzyjny)

Część źle zdefiniowana							
Reguły decyzyjne					wsparcie	Siła	pewność
IF (q <sub>1</sub> and q <sub>2</sub> and q <sub>3</sub> )			THEN	Jakość systemu			
zintegrowany	własne	pełny	→	duża	2	0,07142	0.666667
zintegrowany	własne	pełny	→	mała	1	0,03571	0.333333
zintegrowany	outsourcing	pełny	→	duża	3	0.10714	0.75
zintegrowany	outsourcing	pełny	→	mała	1	0,03571	0.25
dziedziny	własne	pełny	→	duża	1	0,03571	0.5
dziedziny	własne	pełny	→	mała	1	0,03571	0.5
dziedziny	outsourcing	częściowy	→	duża	1	0,03571	0.333333
dziedziny	outsourcing	częściowy	→	mała	2	0,07142	0.666667
Odwrotny algorytm decyzyjny							
Reguły decyzyjne					wsparcie	siła	Pewność
IF( jakość systemu )	THEN	q <sub>1</sub> and q <sub>2</sub> and q <sub>3</sub>					
Mała	→	zintegrowany	własne	częściowy	2	0,07142	0,181818
Mała	→	zintegrowany	własne	minimalny	1	0,03571	0.090909
Duża	→	zintegrowany	outsourcing	częściowy	1	0,03571	0.125
Mała	→	zintegrowany	outsourcing	minimalny	4	0,14285	0.363636
Mała	→	dziedziny	własne	minimalny	1	0,03571	0.090909
Duża	→	dziedziny	outsourcing	pełny	3	0.10714	0,375
Duża	→	dziedziny	outsourcing	częściowy	4	0,14285	0.5
Mała	→	zintegrowany	własne	częściowy	2	0,07142	0.181818
Mała	→	zintegrowany	własne	minimalny	1	0,03571	0.090909

Źródło: Obliczona własne

#### 4. Wnioski

Przedstawione zastosowanie teorii zbiorów przybliżonych w identyfikacji i doborze modeli referencyjnych systemów informatycznych może być w prosty sposób adoptowane do wspomagania konstrukcji modeli regułowych modeli procesów gospodarczych przedsiębiorstwa. Możliwe problemy stanowią pozyskanie miarodajnej bazy obserwacji, jak również, w fazie wstępnej, ewentualne zagadnienie dyskretyzacji danych.

#### Literatura

- Gabryelczyk R. (2000) *Reengineering: Restrukturyzacja procesowa przedsiębiorstwa*. Nowy Dziennik i Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- Hammer M., Champy J. (1996) *Reengineering w przedsiębiorstwie*. Neuman Management.

- Hars A. (1994) *Referenzdatenmodelle, Grundlagen effizienter Datenmodellierung*. Gabler Verlag.
- Kasprzak T. Red. (1998) *Modele informacyjne procesów gospodarczych*. UW, Warszawa.
- Kasprzak T. (2000) *Integracja i architektury systemów informacyjnych przedsiębiorstw*. WNE, UW. Nowy Dziennik, Warszawa.
- Keller G., Teufel T. (1997) *SAP R/3 prozess orientiert anwenden*. Addison Wesley Longmann, Bonn.
- Lasek M. (2000) Narzędzia modelowania procesów gospodarczych. *Informatyka*, 7, 8.
- Mrózek A., Płonka L. (1999) *Analiza danych metodą zbiorów przybliżonych*. Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa.
- Pawlak Z. (1997) Rough set approach to knowledge-based decision support. *European Journal of Operational Research*, 99.
- Pawlak Z. (1982) Rough set approach. *International Journal of Computer and Information Sciences*, 11.
- Vernadat F.B. (1996) *Enterprise modeling and integration: principles and applications*. Capman&Hall, London.

## REFERENCE MODELS BUILDING USING ROUGH SET THEORY

**Abstract:** *Business Process Reengineering has an important place in organization strategy. Wide range of available methods causes problems with optimal selection. Rough set theory approach, as a part of reference models was discussed. We describe how rough set theory usage supports reference models construction and decision-making with information system selection.*

**Keywords:** Business Process Reengineering, rough set theory.

Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz  
(Redakcja)

**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA METOD ILOŚCIOWYCH  
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH WSPOMAGAJĄCYCH  
PROCESY DECYZYJNE**

Monografia zawiera wybór artykułów dotyczących informatyzacji procesów zarządzania, prezentując aktualny stan rozwoju informatyki stosowanej w Polsce i na świecie. Zamieszczone artykuły opisują metody, modele, techniki i systemy informatyczne stosowane do wspomaganie procesów podejmowania decyzji, a także omawiają zastosowania narzędzi informatycznych w różnych sektorach gospodarki. Kilka prac przedstawia wyniki projektów badawczych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, dotyczących rozwoju metod informatycznych i ich zastosowań.

**ISBN 83-894-7506-5**  
**9788389475060**  
**ISSN 0208-8029**

---

W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy  
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN  
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa  
tel. 837-35-78 w. 241 e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl