

METODY ILOŚCIOWE W NAUKACH O ZARZĄDZANIU

Iwona Staniec

Streszczenie

Coraz częściej zastanawiamy się jakie metody, techniki i narzędzia wykorzystać, aby jak najlepiej opisać funkcjonowanie organizacji w otaczającym ją turbulentnym otoczeniu. W przedstawionej pracy przybliżono możliwości zastosowania metod ilościowych w badaniach podstawowych i stosowanych nauk o zarządzaniu. Po rozprawę podano ich znaczenie i rolę w rozwoju tej dyscypliny.

*Tyle jest w każdym poznaniu nauki,
ile jest w nim matematyki.*

Immanuel Kant

1. Wprowadzenie

Procesy zarządzania towarzyszą człowiekowi i otaczającej go przyrodzie od zawsze. Ich powszechność, a z drugiej strony podawane przez fora ekonomiczne zagrożenia związane z lukami występującymi w systemach zarządzania skłaniają do poszukiwania w **naukach o zarządzaniu** nowych metod modelowania badanych zjawisk. **Celem przedstawionych** rozważań jest opisanie znaczenia i roli wykorzystywanych w naukach o zarządzaniu metod ilościowych. W rozważaniach postawiono następującą **hipotezę badawczą**: metody ilościowe odgrywają znaczącą rolę w badaniach podstawowych i stosowanych nauk o zarządzaniu.

Przeprowadzono w ramach rozważań **badania naukometryczne**¹, które swoim zakresem podmiotowym obejmowały prace z zakresu nauk o zarządzaniu. **Przedmiotem badania** było wykorzystanie metod ilościowych w pracach badawczych z zakresu nauk o zarządzaniu. W badaniach przeanalizowane zostały wykorzystywane metody ilościowe. W badaniu wykorzystano **metodę literaturową** z wykorzystaniem **techniki badania dokumentów: analizy formalnej i analizy treści**. Przeprowadzone badania pozwoliły zgromadzić obszerny **materiał jakościowy**, który wykorzystano w analizie roli i znaczenia metod ilościowych. Istotą prowadzonej analizy było kierowanie uwagi na to, co szczególne, wyjątkowe, niepowtarzalne w wykorzystaniu metod ilościowych w pracach badawczych z zakresu nauk o zarządzaniu.

¹ W planach autorki są badania bibliometryczne na ten temat.

2. Nauki o zarządzaniu

Od końca XIX w. zarządzanie jest **dyscypliną naukową** (pionierem w tym zakresie było USA) – prowadzi się dyskusje nad dokładaniem ich początkiem, ale przyjmuje się, że są to daty opublikowania pierwszych prac związanych z nurtem naukowej organizacji pracy². Obecnie wiele uczelni na świecie prowadzi odpowiednie studia w tym zakresie – w Polsce najwięcej ich powstało w latach 90-tych³.

W naukach o zarządzaniu realizuje się dwie równoległe funkcje: **opis rzeczywistości**, który stanowi element poznawczy oraz **aktywne współtworzenie rzeczywistości**, które jest elementem kreatywnym. Ponadto przenikają się w nich dwa równoległe nurty:

- **nurt ekonomiczny** – budowany na gruncie nepozytywistycznym,
- **nurt humanistyczny** – który zbliża zarządzanie do nauk społecznych.

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój nauk o zarządzaniu. Wielu teoretyków zarządzania coraz częściej skłania się ku stwierdzeniu, że zarządzania organizacjami nie można nauczyć się wyłącznie z książek. Również praktyka nie jest w stanie dostarczyć wystarczająco bogatej i skutecznej wiedzy w tym zakresie. Z tych powodów coraz większą liczbę zwolenników zdobywają poglądy traktujące zarządzanie jako swego rodzaju sztukę, w równym stopniu uwarunkowaną teorią, praktyką, ale i także specyficznymi zdolnościami. **Literatura przedmiotu** sugeruje, że nauki o zarządzaniu są jednocześnie nauką empiryczną i sztuką⁴, a zatem menedżer aby sprostać wymaganiom organizacji powinien być człowiekiem renesansu.

W naukach o zarządzaniu można wyróżnić następujące części:

- **ontologię** (z gr. *óntos*=byt i *lógos*=nauka) - zawiera definicje najważniejszych kategorii danej nauki,
- **epistemologię**, czyli teorię poznania (z gr. *éπιστήμη*=wiedza, zrozumienie) - umożliwia poznanie i zrozumienie zjawisk zachodzących w szeroko pojętym zarządzaniu,
- **metodologię** (z gr. *mét*=wyżej zorganizowany i *hodós*=sposób, ścieżka, droga) - metody poznania, reguły i procedury właściwe nauce lub przez nią wykorzystywane, są to metody dochodzenia lub odkrywania praw rządzących daną nauką. Zakłada się wyróżnienie metod indukcyjnych i dedukcyjnych,
- **aksjologię** (z gr. *aksios*=wart, cenny), czyli dział zawierający system kryteriów w niej stosowanych.

² Zalicza się do nich: Taylor F. W.: *Scientific Management*, includes "Shop Management" (1903), "The Principles of Scientific Management" (1911) and "Testimony Before the Special House Committee" (1912)), Routledge, 2003, Fayol H. (1918), *Administration industrielle et générale; prévoyance, organisation, commandement, coordination, controle*, Paris, H. Dunod et E. Pinat.

³ Krzyżanowski L. J.: *Nauki organizacji i zarządzania w Polsce w latach 1900-1995*, Komitet Nauk Organizacji i Zarządzania PAN, Warszawa, 1995.

⁴ Już Mary Parker Follett określiła *kierowanie jako sztukę realizowania czegoś za pośrednictwem innych ludzi*.

Realizację warstwy epistemologicznej **nauk o zarządzaniu** umożliwiają **metody ilościowe** (metody badawcze, w których określa się parametry liczbowe, charakteryzujące badane zjawisko lub obiekt badań). Wnoszą one również wkład do metodologii nauki o zarządzaniu, gdyż służą poznawaniu reguł rządzących organizacjami i poprzez diagnozę oraz sprzężenia zwrotne pozwalają te organizacje zmieniać.

Powszechnie uważa się, że nauki o zarządzaniu wywodzą się z nauk ekonomicznych i tworzą teorię szerszą niż teoria przedsiębiorstwa w ekonomii. W wielu pracach pojawia się dyskusja i spór o to co jest zarządzaniem, a jeszcze nie jest ekonomią? lub co jest ekonomią, a jeszcze nie jest zarządzaniem? itp. Wydają się to być spory nierozwiązywalne, gdyż granice dzielące te nauki są wyjątkowo płynne⁵.

Ogólnie ujmując można stwierdzić, że nauki o zarządzaniu to **podejście empiryczne** (zwłaszcza behawiorystyczne) i szeroki **nurt praktycznych business economics**, czyli wskazówek skutecznego działania.

Wśród wyróżnionych głównych nurtów i podejść stosowanych w zarządzaniu takich jak:

- szkoła naukowa organizacji pracy - funkcjonująca od przełomu XIX/XX w. Jej przedstawiciele to: F.W. Taylor (1856-1915), H. L. Gantt (1861-1919), F. Gilbreth (1868-1924), L. Gilbreth (1878-1972), H. Ford (1863-1947), K. Adamiecki (1866 – 1933),
- szkoła klasycznej teorii organizacji - jej główni reprezentanci to: H. Fayol (1841-1925), M. Follet (1868-1933), Ch. Barnard (1886-1961),
- szkoła neoklasyczna - jej główni reprezentanci to: P. Drucker (1909-2005), J. Zieleniewski (1901-1973), Z. Martyniak (1936-2002) I. Durlik, W. Kieżun, A. K. Koźmiński, M. Bielski, Z. Mikołajczyk,
- szkoła behawioralna funkcjonująca od lat 20 XX w., a jej główni reprezentanci to E. Mayo (1880-1949), J. March, H. Simon, A. Maslow, D. McGregor (1906-1964), J. Rosenzweig, R. A. Weber, J. Gościński, T. Listwan, Z. Janowska,

występuje **szkoła ilościowa**. Szkoła ilościowa procesu zarządzania rozwija się od lat 40 XX w. Jej główni przedstawiciele to: R. McNamara (1916-2009), P. M. Blackett (1897-1974), J. D. Bernal (1901-1971), J. von Neuman (1903 - 1957), J. Forrester, R. Kulikowski, W. Bielecki, D. Witkowska. Jej zadaniem jest poszukiwanie rozwiązania problemów zarządzania w oparciu o modele matematyczne. Wykorzystywane modele są tworzone na podstawie wiedzy o modelowanych procesach i stale są z nią konfrontowane poprzez sprzężenia zwrotne. Szkoła ilościowa stworzyła w naukach o zarządzaniu całkowicie nowe sposoby traktowania czasu (ujęcie deterministyczne i stochastyczne, oraz stałe i dynamiczne). Dzięki rozwojowi IT oraz metod numerycznych popularne stało się prognozowanie przyszłości na podstawie teraźniejszości i przeszłości przy wykorzystaniu wyrafinowanych modeli matematycznych oraz komputerów przetwarzających duże ilości danych.

⁵ Sudół S., Jajuga K. Opracowali z ramienia Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów zakres dyscyplin ekonomia i nauki o zarządzaniu w ramach dziedziny nauki ekonomiczne.

O podejściu ilościowym w naukach o zarządzaniu można mówić od chwili, w której do zarządzania w latach 20-tych w Niemczech wprowadzono technikę powielaczy porządkujących emisję dokumentacji warsztatowej, a następnie szeroko upowszechniono maszyny licząco-analityczne w ewidencji (w latach 20-tych i 30-tych). Studia literaturowe pokazują, że szkoła ilościowa zdobyła popularność w wyniku dwóch zjawisk:

- po pierwsze poprzez wdrożenie w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych przez Roberta McNamara systemu ilościowego zarządzania w korporacji Ford Motors Co, który jego protegowani rozpropagowali w całym przemyśle amerykańskim,
- po drugie rozwojowi IT i wprowadzeniu szybkich komputerów z możliwością łączenia się w sieci, co stworzyło warunki pozwalające na zajęcie się problemami organizacji w sposób kompleksowy i w realnym czasie.

Przyjmuje się, że ilościowe podejście do zarządzania koncentruje się na podejmowaniu decyzji przy wykorzystaniu modeli matematycznych najczęściej zaaplikowanych w postaci systemów komputerowych. W podejściu tym wyróżnia się dwie gałęzie:

- **ilościową teorię zarządzania** - podejście do zarządzania koncentruje się na opracowywaniu modeli matematycznych, w szczególności na konstruowaniu modeli wspomagających podejmowanie decyzji (np. menedżerowie w Detroit Edison używali modeli matematycznych do określenia najlepszego sposobu zaprojektowania pracy ekip naprawczych w czasie awarii zasilania),
- **zarządzanie operacyjne** – techniki stosowane bezpośrednio do sytuacji kierowniczych, które zajmują się wspomaganie organizacji w efektywnym wykorzystaniu produktów i usług np. programowanie liniowe, wyznaczanie ścieżki krytycznej, teoria masowej obsługi, analiza prognozy rentowności, programowanie inwestycji itp. – warto zauważyć, że Rubbermaid Incorporated używa technik z zakresu zarządzania operacyjnego do zarządzania zapasami, a programowanie liniowe pomaga United Air Lines Inc. planować harmonogramy lotów.

Do osiągnięć szkoły ilościowej zalicza się opracowanie narzędzi ilościowych służących pomocą w procesie podejmowania decyzji, zwiększenia świadomości oraz zrozumienia złożonych procesów i sytuacji organizacyjnych poprzez wykorzystywanie modeli matematycznych. Badania pokazują, że podejście to jest użyteczne w procesie planowania i kontrolowania⁶.

Podstawowe **ograniczenia szkoły ilościowej** to przede wszystkim:

- nie jest w stanie w pełni wyjaśnić czy przewidzieć ludzkich zachowań w organizacjach,

⁶ Przedstawiono to szczegółowo w pracy: Bendkowski J., Kramarz M.: *Logistyka stosowana – metody, techniki, analizy*. cz. 1 i 2, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006.

- matematyczne lub statystyczne podejście menedżerów nie może być osiągnięte kosztem innych potrzebnych umiejętności,
- modele matematyczne mogą czasami wymagać nierealistycznych lub bezzasadnych założeń⁷.

Jednym z teoretyków organizacji negatywnie wypowiadającym się o podejściu ilościowym był B. Lussato, który twierdził, że ściśle podejście, prestiż, jaki mają matematyczne instrumenty stosowane w badaniach operacyjnych, wreszcie elegancka precyzja przedstawianych koncepcji i błyskotliwe osiągnięcia w zakresie formalizowania procesów zarządzania - wszystko to prowadzi do pewnych złudnych przeświadczeń co do znaczenia kierunku matematycznego w nauce organizacji i zarządzania, a w rzeczywistości bowiem obserwuje się wyobcowanie przedstawicieli tego kierunku na terenie przedsiębiorstw⁸. Obecnie poprzez wprowadzenie programów wspomagających zarządzanie, czasami nawet nie dostrzegają menedżerowie zaimplementowanych w nich zaawansowanych metod matematycznych, ale można znaleźć tyle samo zwolenników, co i przeciwników ich stosowania. P. L. Bernstein wskazuje, że istnieje nierozwiązywalny konflikt dotyczący podejścia w zarządzaniu do ryzyka i przewidywania przyszłości, gdyż z jednej strony stoją zwolennicy metod ilościowych i matematycznych, a po drugiej menedżerowie wierzący w intuicję, którzy sceptycznie podchodzą do stosowania nowoczesnych metod zarządzania⁹.

Coraz powszechniejszy staje się pogląd, że o osiągnięciach danej dyscypliny świadczą przyznawane w jej zakresie nagrody Nobla¹⁰. Do 2011 roku w dziedzinie ekonomii przyznano 43 nagrody, którymi wyróżniono 69 laureatów. Najwięcej nagród, bo aż 27 (w tym 48 laureatom) przyznano za wykorzystanie metod ilościowych. W 1978 (Herbert Simon za pionierskie badania procesów podejmowania decyzji wewnątrz organizacji gospodarczych) i 2009 (Elinor Ostrom, Oliver E. Williamson za analizę ekonomicznych aspektów zarządzania) przyznano nagrody w dyscyplinie nauki o zarządzaniu, co nie oznacza, że pozostałe nie wpłynęły na rozwój nauk o zarządzaniu – choćby wszystkie z teorii gier, ekonometrii itp. Najważniejsze z nich to: modele, pozwalające szacować skutki działań politycznych na gospodarkę oraz wpływ wskaźników makroekonomicznych na decyzje polityczne (Thomas J. Sargent, Christopher A. Sims 2011), analiza wzorców handlu i lokalizacji działalności gospodarczej (Paul Krugman 2008), systemy matematyczne pozwalające ocenić prawidłowość funkcjonowania rynków (Leonid Hurwicz 2007), poszerzenie rozumienia konfliktu i kooperacji poprzez analizę z użyciem teorii gier (Robert J. Aumann, Thomas C. Schelling, Edward C. Prescott 2005), podejmowanie decyzji w warunkach niepewności (Daniel

⁷ Wszystkie wykorzystywane metody ilościowe w zarządzaniu pod kątem wad i zalet przedstawiono w pracy: Taleb N. N.: *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*, Random House, New York 2007, s. 94-109.

⁸ Przytoczono za Martyniak Z.: *Organizacja i zarządzanie, 70 problemów teorii i praktyki*, Antykwa, Kraków- Kluczbork, 2001, s. 78.

⁹ Bernstein P. L.: *Przeciw bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka*, WIG PRESS, Warszawa, 1997.

¹⁰ Nie ma odrębnej nagrody w dyscyplinie zarządzanie jest ona zaliczana do nauk ekonomicznych.

Kahneman 2002), analiza równowagi w teorii gier niekooperacyjnych (John Nash Jr 1994), teoria optymalnej alokacji zasobów (Leonid Kantorowicz 1975) itp.

3. Modelowanie matematyczne

Wykorzystywane w podejściu ilościowym nauk o zarządzaniu **modelowanie matematyczne** to proces, którego rezultatem, w wyniku przeprowadzenia pewnych badań poznawczych (działań poznawczych) jest model matematyczny ustalonego obiektu rzeczywistego (fragmentu rzeczywistości, którym zainteresowany jest człowiek w konkretnej sytuacji), uwzględniający problem z nim związany i cele modelowania.

Realizowane w ramach modelowania matematycznego badania poznawcze obejmują¹¹:

- obserwację obiektu rzeczywistego;
- konceptualizację, czyli wybór znamienych cech dla badanego obiektu;
- idealizację, czyli określenie związków między charakterystykami obiektu;
- konkretyzację czyli określanie związków między cechami obiektu, a czynnikami zewnętrznymi;
- weryfikację, czyli logiczne, empiryczne i merytoryczne sprawdzenie związków między wyróżnionymi charakterystykami;
- preparację, czyli podjęcie działań praktycznych.

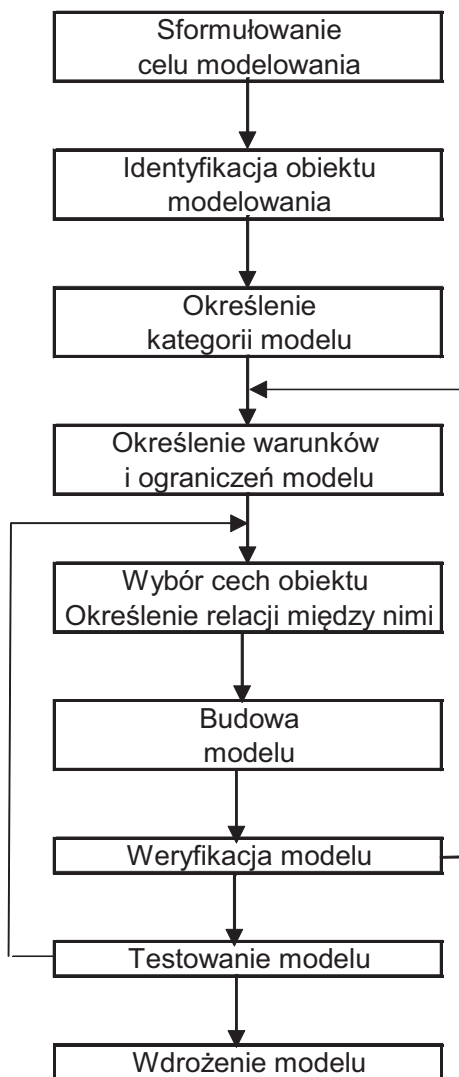
W celu zbudowania modelu w naukach o zarządzaniu w ramach modelowania matematycznego została wypracowana **ogólna metoda postępowania**, na którą składają się następujące etapy¹²:

- określenie obiektu rzeczywistego i sformułowanie problemu z nim związanego,
- określenie potrzeby modelowania formalnego (matematycznego) i konkretyzacja celu modelowania,
- budowa modelu formalnego uwzględniającego cel modelowania,
- formułowanie zadań w języku modelu,
- rozwiązywanie sformułowanych zadań,
- analiza otrzymanych rozwiązań,
- opracowanie oddziaływania na obiekt rzeczywisty i ewentualny udział w jego wdrażaniu.

¹¹ Winkowska - Nowak K., Nowak A., Rychwalska A.: *Modelowanie matematyczne i symulacje komputerowe w naukach społecznych*, Academica, Warszawa, 2007.

¹² Nowakowski A., Zair A.: *Metodyka budowy modeli matematycznych w systemach wspomagania decyzji*, Konferencja Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, 2010.

Rysunek 1. Ogólny schemat modelowania



Źródło: Opracowanie własne.

W literaturze przedmiotu, dotyczącej wykorzystania metod ilościowych w naukach o zarządzaniu znaleźć można **różne typy modeli**. Od bardzo prostych z matematycznego punktu widzenia do skomplikowanych. Modele stosowane w naukach o zarządzaniu można sklasyfikować według następujących kryteriów¹³:

¹³ Porównaj: Witkowska D.: *Metody wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu*, Firma Księgarsko-Wydawnicza Menedżer, Łódź, 2000, s. 6-7; Witkowska D.: *Podstawy ekonometrii i*

- 1) ze względu na cel analizy:
 - a) modele opisowe np. statystyczne (hipoteza lub układ hipotez przedstawia zasadnicze powiązania występujące pomiędzy rozpatrywanymi zjawiskami rzeczywistymi), konkurencji (w którym podmioty rynkowe konkurują ze sobą w zawieraniu transakcji rynkowych), klasyfikacyjne (określa strukturę populacji, a w szczególności wyróżnia czynniki istotnie oddziałujące na tę strukturę), prognostyczne (służące do budowy prognoz), heurystyczne (dochodzenie do nowych rozwiązań przez sformułowanie hipotezy, co jest przeciwstawne czynnościom uzasadniającym) czy symulacyjne (wyjaśniają istniejące zależności między zjawiskami gospodarczymi),
 - b) modele optymalizacyjne - pozwalają na dokonanie optymalnego wyboru;
- 2) ze względu na walory poznawcze:
 - a) modele przyczynowo opisowe - odzwierciedlające powiązania przyczynowo-skutkowe pomiędzy zmiennymi,
 - b) modele symptomatyczne - modele w których zmienne są silnie skorelowane,
 - c) model tendencji rozwojowej - jedyną zmienną objaśniającą jest czas,
- 3) ze względu na rolę czasu w prowadzonych analizach:
 - a) modele statyczne, w których pomija się czynnik czasu,
 - b) modele dynamiczne, w których czynnik czasu odgrywa istotną rolę i uwzględniane są zmiany w czasie rozpatrywanego zjawiska;
- 4) ze względu na rodzaj wykorzystywanych danych:
 - a) modele oparte na danych przekrojowych,
 - b) modele szeregów czasowych,
 - c) modele pól losowych.

Budując model należy pamiętać, że nie można uwzględnić wszystkich czynników występujących w rzeczywistości. Ze względu na te uwarunkowania dokonuje się wyboru tych najbardziej znaczących. Metody ilościowe pozwalają na obiektywizację prowadzonych analiz, nie są jednak pozbawione pewnej dozy subiektywizmu, chociażby ze względu na przyjęty zbiór założeń modelowych, sposób konstrukcji modelu, dobór zmiennych, czy weryfikację modelu. Metody ilościowe są narzędziami wspomagającymi procesy zarządzania poprzez dokonanie analiz istniejącej sytuacji, określenie możliwych do podjęcia decyzji czy ustalenie kosztów z nimi związanych, ale ostateczne decyzje zawsze podejmowane są przez człowieka i na niego spada odpowiedzialność za skutki podjętej decyzji.

Każda z nauk, dążąc do uchwycenia obiektywnych prawidłowości badanych zjawisk i aby zrealizować postawione sobie cele dobiera odpowiednie metody pracy, techniki i narzędzia badawcze. Bowiem one warunkują właściwe przeprowadzenie badań podstawowych i stosowanych.

teorii prognozowania, Oficyna Ekonomiczna, Kraków, 2005; Łapińska-Sobczak N. (red.): *Opisowe modele ekonometryczne elementy teorii przykłady i zadania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2001, s. 7-8.

Metoda jest pojęciem ogólnym, oznaczającym świadomie i konsekwentnie stosowany sposób postępowania warunkujący osiągnięcie określonego celu. **Technika** stanowi raczej instrument służący do rozwiązywania konkretnych problemów. Poza tym¹⁴:

- metoda dotyczy sposobu, ale i celu, technika raczej sposobu i czynności,
- metoda to wytyczne, reguły i zasady, technika to dokładnie krok po kroku opisane procedury,
- metoda może okazać się zawodną, techniki bywają raczej niezawodne,
- metody obejmują szersze zagadnienia, techniki rozwiązują szczegółowe problemy.

W praktyce często trudno jest odróżnić metodę od techniki. W wielu pracach można spotkać te same narzędzia raz określane metodami, a w innym przypadku technikami. Bardzo trudno tutaj o jednoznaczne uporządkowanie. W naukach o zarządzaniu jednym z dominujących kryteriów podziału metod ze względu na wykorzystywane techniki i narzędzia badawcze jest podział na metody ilościowe i jakościowe. Ł. Sułkowski podkreśla, że metody ilościowe mają swoje korzenie w neopozytywizmie, są oparte na badaniach statystycznych i postulują reprezentatywność, a jakościowe natomiast czerpią z paradygmatu interpretatywno-symbolicznego – mają charakter rozumiejący i eksploracyjny.

Narzędziem badawczym nazywamy zaś każdy przedmiot służący do realizacji wybranej techniki badań.

W tabeli zaproponowano identyfikację metod ilościowych, technik i narzędzi badawczych wykorzystywanych w naukach o zarządzaniu.

Tabela 1. Wybrane najczęściej wykorzystywane metody, techniki i narzędzia badawcze w metodach ilościowych

Metoda badawcza	Technika badawcza	Narzędzie badawcze
Metody optymalizacyjne	Programowanie liniowe Programowanie nieliniowe Zadania transportowe Problem komiwojażera Metody wielokryterialne Ścieżka krytyczna PERT Problemy przydziału Programowanie dynamiczne Gry z naturą Gry dwuosobowe Gry wieloosobowe Gry koalicyjne Teoria kolejek Modele produkcji Ekonomiczna wartość zamówienia	WinQSB, Solver Excel

¹⁴ Niemczyk J.: *Metody organizacji i zarządzania*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Finansów we Wrocławiu, Wrocław, 2000, s. 11-20.

Metoda badawcza	Technika badawcza	Narzędzie badawcze
Metody klasyfikacyjne	ABC, XYZ Postępowanie Borda Analiza korzyści Analiza dyskryminacyjna Drzewa regresji i klasyfikacji Analiza skupień Metoda k-średnich Metoda Warda	Statistica, SPSS, Minitab, Program R
Metody prognostyczne	Modele ekonometryczne Naiwne metody prognozowania Modele szeregów czasowych	Gretl, Statistica, SPSS, Minitab, Program R
Metody symulacyjne	Metoda Monte Carlo Symulacja na podstawie modelu	WinQSB, Gretl, Statistica, SPSS, Minitab, Program R
Metody heurystyczne	burza mózgów /brainstorming/ metoda delficka	

Źródło: Opracowanie własne.

4. Badania operacyjne

Za prekursorów wykorzystywania w zarządzaniu metod ilościowych możemy uznać:

- Aleksandra Macedońskiego (382 p.n.e - 336 p.n.e), gdyż wykorzystał je podczas tworzenia falangi¹⁵;
- Archimedes (384 p.n.e – 322 p.n.e) wsławionego podczas organizacji obrony Syrakuz – jako konstruktor obmyślił przeróżne maszyny wojenne, zoptymalizował ich ustawienie oraz obmyślił sposób podpalania drewnianych rzymskich okrętów za pomocą promieni słonecznych skupianych przy użyciu płaskich zwierciadeł¹⁶;
- Niccola Fontana Tartaglia (1499- 1557) - wyznaczył kąt strzału, przy którym zasięg pocisku jest największy¹⁷;
- F. W. Taylora (1856-1915), który opracował optymalne rozmiary łopaty¹⁸;
- W. F. Lanchestera (1868 – 1946) – opisał kompleksowe działania bojowe układami równań różniczkowych¹⁹;

¹⁵ Rzepka J.: *Monarchia macedońska. Zgromadzenie i obywatelstwo u schyłku epoki klasycznej i w okresie hellenistycznym*, Wydawnictwo Attyka, Warszawa, 2006, s. 59-63.

¹⁶ Wróblewski A. K.: *Obrońca Syrakuz*, "Wiedza i Życie" nr 5/1999.

¹⁷ <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Tartaglia.html>, dostęp on-line z dnia 20.04.2012.

¹⁸ Porównaj Martyniak Z.: *Organizacja i zarządzanie 15 pionierów*, Antykwa, Kraków, 1999, s. 7-19, oraz Peszko A.: *Podstawy zarządzania organizacjami*, AGH, Kraków, 2002, s. 7-8.

¹⁹ Lanchester W. F.: 1903. *Stomatopoda with an account of the varieties of Gonodactylus chiragra*, Marine crustaceans VIII, [In:] Gardiner, J. S. (ed): *The fauna and geography of the Maldivic and Laccadive Archipelagoes: being the account of the work carried on and of the collections made by an expedition during the years 1899 and 1900*, 1:444-459.

- T. R. Edisona, który opracował wykorzystując metody ilościowe w 1917 r. sposób walki z niemieckimi okrętami podwodnymi;
- H. C. Levinsona, który po raz pierwszy wykorzystał metody matematyczne w zagadnieniach organizacji handlu wewnętrznego;
- K. Erlanga (1878-1929) za zaprojektowanie optymalnych automatycznych centrali telefonicznych, stała Erlanga jest do dziś wykorzystywana w opisach procesów masowej obsługi²⁰;
- L.W. Kantorowicza (1912-1986), który wprowadził matematyczne metody organizacji i planowania produkcji²¹,
- F. L. Hitchcocka (1875–1957), który sformułował w 1941 r. zagadnienie transportowe, oraz G. B. Dantziga (1914–2005), który w 1951 wyznaczył w tym zagadnieniu wielkości przewozu tak, aby łączny koszt transportu był możliwie najniższy.

Warto zwrócić uwagę, że przedstawione powyżej podejścia dotyczą przede wszystkim procesów operacyjnych. Istotny wpływ na rozwój metod ilościowych wykorzystywanych w zarządzaniu miały również pierwsze ośrodki badań operacyjnych tj.:

- Bawdsey Research Station (Anglia, 1939 r.) - zajmujący się badaniami operacyjnymi w związku z wprowadzeniem na uzbrojenie wojsk angielskich pierwszych stacji radiolokacyjnych,
- Cyrk Blacketta (VIII 1940, Anglia) - grupa składająca się z 3 fizjologów, 3 fizyków, 2 matematyków, astronoma i oficera - działająca przy dowództwie obrony przeciwlotniczej Anglii.

W okresie po II wojnie światowej powstało, jak to obliczył W. Hürlimann, około 600 metod i technik związanych z organizacją i zarządzaniem, od działań instynktownych, prób i błędów, zwyczaju, rutyny, doświadczenia, aż po analizę dialektyczną czy totalną, eksperymenty, metody morfologiczne, synektyczne itp.²².

Jednym z elementów metod ilościowych rozwijanych pod kątem i z potrzeb nauk o zarządzaniu są badania operacyjne, gdyż ich przedmiotem zainteresowań są problemy decyzyjne. **Badania Operacyjne** (ang. *operations research, operational research*) są różnie definiowane i tak:

- wg R.T. Eddisona - są zastosowaniem metodycznej analizy i logicznego myślenia do rozważania różnych możliwych kierunków działania²³,
- wg. *Wielkiej Encyklopedii Powszechnej* to wyznaczenie optymalnych rozwiązań różnorodnych problemów, głównie technicznych,

²⁰ <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Erlang.html> dostęp on-line z dnia 20.04.2012.

²¹ Kantorowicz L.: *Matematyczne metody organizacji i planowania produkcji* (1939), [w:] "Management Science 6", no. 4 (July 1960), 363–422; Kantorowicz L.: *Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów* (1959), Oxford, N.Y., Pergamon, 1965.

²² Wawrzyniak B.: *Odnawianie przedsiębiorstwa. Na spotkanie XXI wieku*, Poltext, Warszawa, 1999, s. 191.

²³ Eddison R. T., Pennycuik K., Rivett B. H. P. (ed.): *Operational research in management*, London, English Universities Press, 1962, s. 23.

organizacyjnych, ekonomicznych i wojskowych za pomocą zespołu metod matematyczno-statystycznych²⁴,

- wg. H. Wagnera to naukowa metoda rozwiązywania problemów z zakresu podejmowania decyzji kierowniczych²⁵,
- wg *Leksykonu Wiedzy Wojsk* to badanie procesów zamierzonych (operacji) i wypracowanie, opierając się na metodach matematycznych, wniosków i zaleceń umożliwiających podejmowanie optymalnych decyzji dotyczących organizacji i kierowania tymi procesami²⁶,
- wg. S. Piaseckiego to teoria działania zespołów, mająca na celu ulepszenie organizacji i kierowania ich działaniem²⁷,
- wg. W. Sikory to zespół modeli i metod poszukiwania optymalnych rozwiązań (tj. decyzji najlepiej realizujących preferencje decydenta) w danych warunkach ekonomicznych (sytuacjach decyzyjnych)²⁸.

Podejmowanie decyzji to proces polegający na zbieraniu i przetwarzaniu informacji o przyszłym działaniu. Wyróżniamy następujące **modele podejmowania decyzji**²⁹:

- **formalny model racjonalny** –decyzje podejmowane zgodnie z formalną procedurą, tzn. fazowo według schematu: problem → faza przygotowawcza → ustalenie kryterium decyzyjnego i uporządkowanie wariantów decyzyjnych wg tego kryterium → faza podjęcia decyzji → faza realizacji i kontroli,
- **model ograniczonej racjonalności** – poszukiwanie pierwszej zadawalającej decyzji,
- **model nieracjonalny**, sekwencyjność podejmowania decyzji w tym przypadku jest odrzucona – jest to proces losowy a decyzje nie są losowe, bardzo ważna jest intuicja i doświadczenie, które czasami mogą być wrogiem decydenta.

Do analizy decyzji w badaniach operacyjnych posługujemy się:

- **metodami matematycznymi** w szczególności optymalizacyjnymi i prognostycznymi – porównaj dane w tabeli 1;
- **metodami heurystycznymi** - oznaczającymi sięgnięcie do doświadczenia ekspertów, są próbą świadomego łączenia, systematycznego i intuicyjnego porządkowania i kojarzenia informacji, która prowadzi do trafnych rezultatów;
- **symulacją komputerową** - metodą wnioskowania o zachowaniu się obiektów rzeczywistych na podstawie obserwacji działania programów

²⁴ *Wielka Encyklopedia Powszechna*, PWN, Warszawa, 1962, s. 56.

²⁵ Wagner H. M.: *Principles of operations research with applications to managerial decisions* Prentice-Hall, 1969, s. 12.

²⁶ *Leksykon Wiedzy Wojsk* Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1979, s. 34.

²⁷ Piasecki F. S.: *Elementy badań operacyjnych*, PWN, Warszawa, 1998.

²⁸ Sikora W (red.): *Badania operacyjne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2008, s. 9.

²⁹ Koźmiński A. K., Piotrowski W.: *Zarządzanie. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa, 2002.

komputerowych symulujących to zachowanie np. Jay Forrester ze współpracownikami zapoczątkował próby symulowania funkcjonowania całych przedsiębiorstwa, a Daimler Benz AG i Chrysler Corp. jako jedni z pierwszych wykorzystali realistyczną symulację komputerową do badań nad zachowaniem się konstrukcji samochodów w czasie kolizji.

Ze względu na uwarunkowania procesu podejmowania decyzji w literaturze wyróżnia się:

- **warunki pewności** – stan, w którym podejmujący decyzję wie, z rozsądnym stopniem pewności, jakie są możliwości i jakie warunki towarzyszą każdej z nich,
- **warunki ryzyka** – sytuacja, w której dostępność poszczególnych możliwości i związane z każdą z nich potencjalne korzyści i koszty, są najczęściej znane z pewnym szacunkowym prawdopodobieństwem,
- **warunki niepewności** – sytuacja, w której podejmujący decyzje nie zna wszystkich możliwości wyboru, ryzyka związanego z każdą z nich ani ich możliwych konsekwencji.

W badaniach operacyjnych w związku z warunkami podejmowania decyzji mamy do czynienia z różnorodnymi sytuacjami decyzyjnymi. Wśród nich wyróżniamy:

- **deterministyczne** – decyzje podejmowane są w warunkach pewności – każda decyzja realizowana jest przy jednoznacznie określonym stanie środowiska, którego dotyczy oraz wyniku z niej jednoznaczny efekt,
- **stochastyczne** – decydent nie jest pewien jaki efekt osiągnie realizując wybraną decyzję, ponieważ każdej odpowiada zbiór wyników, decyzje podejmowane są w warunkach ryzyka lub niepewności,
- **konfliktowe** są to takie sytuacje, w których występuje wśród ich uczestników niezgodność interesów, sprzeczność poglądów itp.

Powstałe w szkole klasycznej koncepcje harmonogramowania zadań funkcjonują bez większych zmian do dzisiaj. Szczególne osiągnięcia miał tutaj H. Gantt i K. Adamiecki. H. Gantt jest twórcą harmonogramów pozwalających na porównywanie faktycznego i planowego przebiegu prac – wykorzystywanego dziś dość intensywnie w zarządzaniu projektami. Wykresy Gantta dały podstawę dwóm technikom sporządzania wykresów, służących do planowania, zarządzania i kontrolowania złożonych przedsięwzięć sieciowych:

- analizie ścieżki krytycznej (CPM –CriticalPath Method) opracowanej w koncernie DuPonta,
- technice oceny i kontroli programów (Program Evaluation and Review Technique PERT) opracowanej przez Marynarkę Wojenną USA.

K. Adamiecki natomiast jest autorem harmonogramów pozwalających na analizowanie i planowanie pracy zespołowej w oparciu o sformułowane przez siebie prawa harmonii doboru, harmonii działania i harmonii duchowej – wykorzystywane do dziś w teorii pracy zespołowej.

Warto zwrócić uwagę, że General Motors Corporation wykorzystuje techniki ilościowe przy doborze tworzyw, które powinno się stosować przy produkcji części oraz badaniu wpływu stosowania różnych materiałów na poziom kosztów produkcji. Foremost – MC Kessen Incorporation wykorzystuje je przy dostosowywaniu punktów sprzedaży do potrzeb rynkowych, a Standard Oil Company przy doborze składników smarów (po wdrożeniu pierwszego rozwiązania koszt przeprowadzenia jednorazowych badań zmniejszył się u nich z 240.000 \$ do 3.000 \$). O użyteczności metod ilościowych w zarządzaniu może świadczyć przeprowadzone 30 lat temu w USA badanie z którego wynika, że około 80% praktyków znało i stosowało metody programowani liniowego i symulację, około 60% metody analizy sieciowej oraz 55% metody masowej obsługi³⁰. Prowadzone w latach 90-tych badania na temat wykorzystania poszczególnych metod w poszczególnych działach przedsiębiorstwa potwierdzają przydatność metod badań operacyjnych na różnych poziomach zarządzania³¹.

W literaturze z zakresu nauk o zarządzaniu w ostatnim okresie podkreśla się wzrost praktycznego wykorzystania teorii gier w podejmowaniu decyzji strategicznych³² oraz tworzeniu **systemów wspomagania decyzji** (Decision Support Systems – DSS)³³, podnoszących skuteczność a nie sprawność zarządzania. Systemy wspomagania decyzji umożliwiają monitorowanie wskaźników historycznych, wczesne wykrywanie potencjalnych zagrożeń i szans rozwoju, a także prognozowanie możliwych scenariuszy biznesowych. Pozwalają na realizację następujących zadań:

- wyszukiwanie danych jednostkowych, czyli wyodrębnionych ze zbiorów danych,
- swobodny dostęp do danych oraz ich analizę przyczynowo-skutkową,
- dostarczanie danych zbiorczych wcześniej zdefiniowanych,
- przygotowywanie projektów możliwych decyzji,
- przedstawienie konsekwencji proponowanych decyzji przy wykorzystaniu modeli obliczeniowych i symulacyjnych,
- określanie danych niezbędnych do realizacji określonego celu: wykonywanie analiz sterowanych celami,
- wybranie wariantu decyzji na podstawie zadanych kryteriów.

W systemach wspomagania podejmowania decyzji wykorzystuje się modele badań operacyjnych oraz modele zarządzania (systemy założeń teoretycznych,

³⁰ Sharon R. E., Long S., Buckles B. P.: *Operation Research Methodologies in industrial engineering: A Survey*, "AIIE Transactions", vol. 12 nr 4, s. 364-367.

³¹ Radośniński E. (red.): *Zastosowanie modelowania i symulacji komputerowej w analizie przedsiębiorstwa*, Polskie Towarzystwo Symulacyjne, Kraków-Katowice-Wrocław, 1991.

³² Porównaj: Ferreira N., Kar J., Trigeorgis L.: *Option Games. The Key to competing in Capital- Intensive Industries*, "Harward Bussiness Review", 1.03.2009; Cabała P.: *Kierunki zastosowań teorii gier w zarządzaniu strategicznym*, [w:] Zakrzewska- Bielawska A. (red.): *Koncepcje i metody zarządzania strategicznego oraz nadzoru korporacyjnego. Doświadczenia i wyzwania*, Wydawnictwo C. H. Beck, Warszawa, 2010, s. 73-85.

³³ System informatyczny, który dostarcza informacje w danej dziedzinie przy wykorzystaniu analitycznych modeli decyzyjnych z dostępem do baz danych w celu wspomagania decydentów w skutecznym działaniu w kompleksowym i źle ustrukturalizowanym środowisku. Systemy te skupiają uwagę na wspomaganium, a nie automatyzacji decyzji.

zawierające koncepcje skutecznego zarządzania dostosowane do konkretnych potrzeb organizacji i integrujące jej funkcje i role w zmieniającym się otoczeniu. Każdy model składa się z trzech elementów: funkcji zarządzania, technik zarządzania i stylów kierowania).

Systemy wspomagające podejmowanie decyzji koncentrują się na wspomaganie rozwiązywania rzeczywiście powstających problemów decyzyjnych. Są wyspecjalizowane w kierunku i tylko w kierunku wspomaganie podejmowania ściśle określonych decyzji. Wspierają przede wszystkim pojedynczych decydentów i niewielkie grupy, a dopiero w dalszej kolejności całą organizację.

5. Podsumowanie

Współczesne zarządzanie wymaga znajomości wielu metod i technik. W przedstawionych rozważaniach skupiono się na wskazaniu możliwości wykorzystania w formułowaniu, analizowaniu i rozwiązywaniu problemów badawczych z zakresu nauk o zarządzaniu metod ilościowych, ze szczególnym wyróżnieniem metod badań operacyjnych. W ostatnich latach pojawiło się w naukach o zarządzaniu wiele nowych metod i technik o charakterze eklektycznym. Przyszłość pokaże czy będą one powszechnie stosowane, gdyż jak pokazano w modelowaniu istotne jest dostrzeżenie współzależność cech badanych obiektów, wpływu, jaki na nie wywiera otoczenie, a także uwzględnienie potrzeby reakcji na niepowtarzalne cechy analizowanych sytuacji. Coraz szerszy wachlarz zagadnień naukowych jaki obejmują nauki o zarządzaniu zmusza do poszukiwania coraz efektywniejszych metod ich rozwiązywania, a badania operacyjne są coraz bardziej przydatne, gdyż:

- przedmiotem ich badań są decyzje na poziomie strategicznym, taktycznym i operacyjnym,
- wykorzystywana metoda to modelowanie decyzji,
- sposobem podejścia do problemu jest analiza systemowa modelowania i przygotowania decyzji

Warto zaznaczyć zatem, że metody ilościowe odgrywają znaczącą rolę w badaniach podstawowych i stosowanych nauk o zarządzaniu. Choć w rozważaniach pominięty został cały szereg zastosowań dotyczących wykorzystania modeli matematycznych w zarządzaniu finansami³⁴ oraz do analizy wartości dodanej, jak również efektywności wykorzystania inwestycji na badania i rozwój – szczególne zastosowanie znajduje tu ekonometryczna analiza funkcji produkcji³⁵.

³⁴ Witkowska D., Matuszewska A., Kompa K.: *Wprowadzenie do ekonometrii dynamicznej i finansowej*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2008.

³⁵ Billings B. A., Musazi B. G. N., Moore J. W.: *The effects of funding source and management ownership on the productivity of R&D*, "R&D Management 34", 3, 2004, s. 281-292.

QUANTITATIVE METHODS IN MANAGEMENT SCIENCES

Abstract

We think that the methods, techniques and tools used to best describe the organizations in the turbulent environment. In this paper presented we the application of quantitative methods in the basic and applied research in management sciences. We defined the meaning and role in the development of this discipline.

Bibliografia:

Bendkowski J., Kramarz M.: *Logistyka stosowana – metody, techniki, analizy. cz. 1 i 2*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006.

Bernstein P. L.: *Przeciw bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka*, WIG PRESS, Warszawa, 1997.

Billings B. A., Musazi B. G. N., Moore J. W.: *The effects of funding source and management ownership on the productivity of R&D*, "R&D Management 34", 3, 2004.

Cabała P.: *Kierunki zastosowań teorii gier w zarządzaniu strategicznym*, [w:] Zakrzewska- Bielawska A. (red.): *Koncepcje i metody zarządzania strategicznego oraz nadzoru korporacyjnego. Doświadczenia i wyzwania*, Wydawnictwo C. H. Beck, Warszawa, 2010.

Eddison R. T., Pennycuik K., Rivett B. H. P. (ed): *Operational research in management*, English Universities Press, London, 1962.

Ferreira N., Kar J., Trigeorgis L.: *Option Games. The Key to competing in Capital-Intensive Industries*, "Harvard Business Review", 1.03.2009.

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Erlang.html>, dostęp on-line z dnia 20.04.2012.

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Tartaglia.html>, dostęp on-line z dnia 20.04.2012.

Kantorowicz L.: *Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów* (1959), Pergamon, Oxford, N.Y., 1965.

Kantorowicz L.: *Matematyczne metody organizacji i planowania produkcji* (1939), "Management Science 6", no. 4, July 1960.

Koźmiński A. K., Piotrowski W.: *Zarządzanie. Teoria i praktyka*; PWN, Warszawa, 2002.

Krzyżanowski L. J.: *Nauki organizacji i zarządzania w Polsce w latach 1900-1995*, Komitet Nauk Organizacji i Zarządzania PAN, Warszawa, 1995.

Lanchester W. F.: 1903. *Stomatopoda with an account of the varieties of Gonodactylus chiragra*, Marine crustaceans VIII, [In:] Gardiner J. S. (ed): *The fauna and geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes: being the account of the work carried on and of the collections made by an expedition during the years 1899 and 1900*.

Łapińska-Sobczak N. (red.): *Opisowe modele ekonometryczne elementy teorii przykłady i zadania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2001.

Leksykon Wiedzy Wojsk, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1979.

Martyniak Z.: *Organizacja i zarządzanie. 70 problemów teorii i praktyki*, Antykwa, Kraków-Kluczbork, 2001.

Martyniak Z.: *Organizacja i zarządzanie 15 pionierów*, Antykwa, Kraków, 1999.

Niemczyk J.: *Metody organizacji i zarządzania*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Finansów we Wrocławiu, Wrocław, 2000.

Nowakowski A., Zair A.: *Metodyka budowy modeli matematycznych w systemach wspomagania decyzji*, Konferencja Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, 2010.

Peszko A.: *Podstawy zarządzania organizacjami*, AGH, Kraków, 2002.

Piasecki F. S.: *Elementy badań operacyjnych*, PWN, Warszawa, 1998.

Radościński E. (red.): *Zastosowanie modelowania i symulacji komputerowej w analizie przedsiębiorstwa*, Polskie Towarzystwo Symulacyjne, Kraków-Katowice-Wrocław, 1991.

Rzepka J.: *Monarchia macedońska. Zgromadzenie i obywatelstwo u schyłku epoki klasycznej i w okresie hellenistycznym*, Wydawnictwo Attyka, Warszawa, 2006.

Sharon R. E., Long S. S., Buckles B. P.: *Operation Research Methodologies in industrial engineering: A Survey*, "AIIE Transactions", vol. 12 nr 4, s. 364-367.

Sikora W. (red.): *Badania operacyjne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2008.

Taleb N. N.: *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*, Random House, New York, 2007.

Wagner H. M.: *Principles of operations research with applications to managerial decisions*, Prentice-Hall, 1969.

Wawrzyniak B.: *Odnawianie przedsiębiorstwa. Na spotkanie XXI wieku*, Poltext, Warszawa, 1999.

Wielka Encyklopedia Powszechna, PWN, Warszawa, 1962.

Winkowska-Nowak K., Nowak A., Rychwalska A.: *Modelowanie matematyczne i symulacje komputerowe w naukach społecznych*, Academica, Warszawa, 2007.

Witkowska D.: *Metody wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu*, Firma Księgarsko-Wydawnicza Menedżer, Łódź, 2000.

Witkowska D., Matuszewska A., Kompa K.: *Wprowadzenie do ekonometrii dynamicznej i finansowej*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2008.

Witkowska D.: *Podstawy ekonometrii i teorii prognozowania*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków, 2005.

Wróblewski A. K.: *Obrońca Syrakuz*, "Wiedza i Życie", nr 5/1999.